

ISSN 1341-3163

のと海洋ふれあいセンター研究報告

第 23 号

Report of the Noto Marine Center, No.23

石川県生活環境部

2017

のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第 23 号, 2017

目 次

(原著論文)

坂井恵一・又多政博・橋本達夫・東出幸真

石川県の砂浜海岸におけるスナガニ *Ocypode stimpsoni* の生息状況…………… 1

近藤薫平・小木曾正造・谷内口孝治・又多政博・関口俊男・村上隆也・柳井清治・浦田 慎・

木下靖子・鈴木信雄

ビオトープを利用したアカテガニの生態学的研究…………… 17

木下靖子・浦田 慎・小木曾正造・谷内口孝治・又多政博・鈴木信雄

スルメイカの食文化と地域教材化…………… 25

坂井恵一・橋本達夫

能登九十九湾におけるイソガニ *Hemigrapsus sanguineus* の繁殖について…………… 31

東出幸真

能登半島東岸に漂着したアラメ *Eisenia bicyclis*…………… 39

のと海洋ふれあいセンター年次報告…………… 43

Iー石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査…………… 43

IIー石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査…………… 50

IIIー九十九湾周辺における気象と水質…………… 57

石川県の砂浜海岸におけるスナガニ *Ocypode stimpsoni* の生息状況

坂井恵一¹⁾・又多政博²⁾・橋本達夫¹⁾・東出幸真¹⁾

¹⁾のと海洋ふれあいセンター, 石川県鳳珠郡能登町字越坂 3-47 (〒927-0552)

²⁾金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設, 石川県鳳珠郡能登町小木ム 4-1 (〒927-0553)

Notes on the Habitats of Stimpson's Ghost Crab, *Ocypode stimpsoni*, at the Sandy Beach around Ishikawa Prefecture

Keiichi SAKAI¹⁾, Masahiro MATADA²⁾, Tatsuo HASHIMOTO¹⁾ and Yukimasa HIGASHIDE¹⁾

¹⁾Noto Marine Center, 3-47 Ossaka, Noto, Ishikawa 927-0552, Japan

²⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Mu-4-1, Ogi, Noto, Ishikawa 927-0553, Japan

はじめに

前報告(坂井・又多, 2017)では2016年10月に行った調査に基づいて、能登半島の砂浜海岸におけるスナガニ *Ocypode stimpsoni* ORTMANN の生息状況を報告した。その結果の概要は、まずスナガニの穴密度が相対的に高い海岸は、後浜に良好な植生域を備えていることが共通していることだった。一方、後浜に植生域が見られず、護岸付近まで波が打ち寄せる頻度が高い海岸や人と車の出入りが激しい海岸では穴密度が低かった。後浜の植生域はスナガニの越冬場所として重要であると考えられているので、本種の生息密度と後浜における海浜植物の生育状況が密接に関係している可能性が示唆され、両者の関連を調査する必要があることが指摘された。

前報告(坂井・又多, 2017)の調査は10月に行われたため、一部の海岸で幼ガニの個体数とそれらの穴が多かったので、生息状況の判断に偏りが生じた可能性も考えられた。このため、今後の調査は幼ガニの新規加入が起こらない初夏から8月初旬に実施するべきであると指摘された。また、10月は天候や調査時間による気温較差が大きく、しかも当地におけるスナガニの越冬準備期に相当するため、調査日が遅かった一部の調査海岸では、スナガニの活動に影響が生じていた可能性も考えられた。

一方、2016年に調査しなかった今浜以南の砂浜海岸では、千里浜海岸と同様に砂の流出が継続して起こり、海岸浸食が進んでいる。砂浜の後退はスナガニの生息場所を減少させ、越冬場所を奪うことにつながるものと推察される。また、金沢市専光寺から加賀市の尼御前岬に至る海岸は浸食作用と波浪による護岸の破損被害が頻発していて、離岸堤の設置や護岸整備が繰り返し行われている。矢島ら(1998)の調査から20年以上が経過し、これらの海岸でも海岸環境の変化が進んでいると考えらる。

そこで今回、スナガニの活動期であり、幼ガニの新規加入前と考えられる6月に、能登半島を含めた石川県全域の海岸環境と本種の生息状況を調査したので、その結果を報告する。

材料と方法

石川県の 50 ヶ所の砂浜海岸におけるスナガニの生息状況と海岸の概況を調査した(図 1)。調査海岸は前報告(坂井・又多, 2017)、矢島(1983)や矢島ら(1998)の調査海岸に加え、執筆者らに寄せられたスナガニの生息情報を基に選定した。

調査は前報告(坂井・又多, 2017)に従い、まず各海岸の砂浜の幅(奥行き)、海浜植物の生育状況、護岸や潜堤(養浜を目的とした人工リーフ)の構築状況などを観察し、記録した。そしてスナガニの生息状況も前報告(坂井・又多, 2017)に従い、一定の範囲に含まれる本種の穴の数を調べ、各海岸における生息密度の目安にすることにした。なお、調査は 2017 年 6 月 7 日から 30 日までの好天日に実施した。また能登町羽根で 7 月 16 日に行った飼育個体の採集記録も参考とした。

調査海岸の概要

スナガニが生息する砂浜の概観図を図 2 に示す。能登半島の多くの砂浜海岸は、汀線付近の波打帯、その次に干満や波浪の影響で表面の砂が湿っている干出帯、そして通常は波が打ち寄せないで表面の砂が乾いている前浜後方帯(以上が前浜に相当)に区別できるが、その奥行きは相対的に狭い。後浜には通常であれば海浜植物が生育して植生帯を形成し、砂の移動の激しい不安定な後浜前縁帯にはオカヒジキやコウボウムギ、ハマヒルガオなどが生育する。その後方はやや砂の移動が少ない半安定地

となり、ハマボウフウやケカモノハシ、オニシバなどのイネ科型植物による多年生草本が生育する(高木, 1991)。

調査場所の七尾市大泊①から輪島市袖ヶ浜②⑦までの 27 ヶ所は、岩礁海岸に挟まれた小規模な砂浜が多く、輪島市大川②⑤は最大規模であるが、長さ約 2.5 km、奥行き 30 m 程度に過ぎない(図 3)。一方、輪島市の黒島②⑧と琴ヶ浜②⑨、志賀町増穂ヶ浦②⑩の 3 ヶ所は比較的広い前浜を持ち、その傾斜も緩やかである。

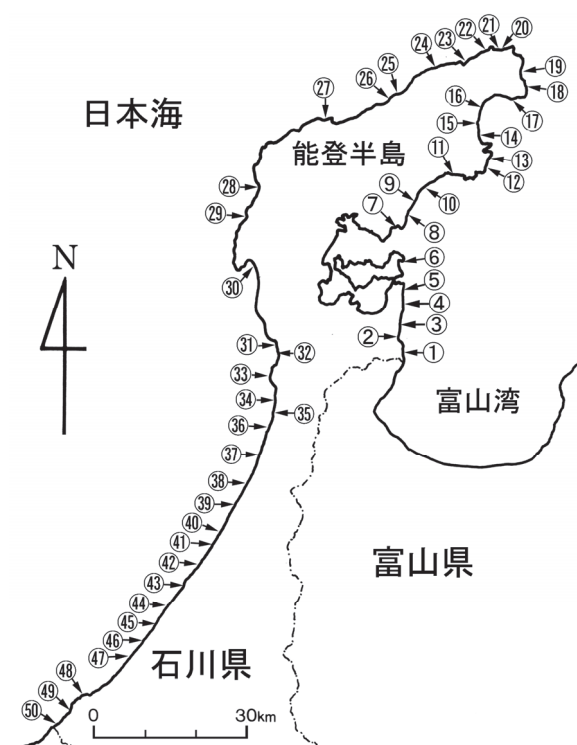


図 1 スナガニの生息状況と海岸概況の調査場所(地図上の番号は表 1 の調査場所の番号に対応)

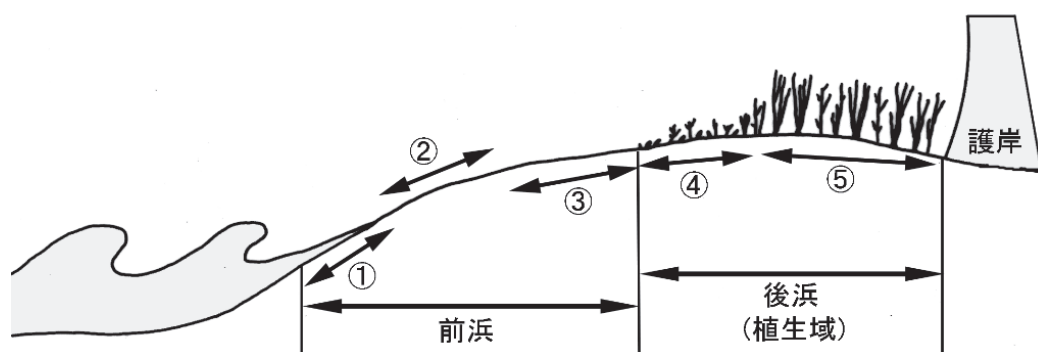


図 2 スナガニが生息する砂浜の概観図(服部, 1987 を改変)

凡例: ①波打帯; ②干出帯; ③前浜後方帯; ④後浜前縁帯; ⑤後浜後縁帯



図 3 輪島市大川の砂浜海岸



図 4 かほく市高松の砂浜海岸



図 5 白山市徳光の砂浜海岸



図 6 加賀市片野の砂浜海岸

これに対し、志賀町千鳥ヶ浜⑪から内灘町内灘⑩までの海岸は、大島・甘田海岸、千里浜・かほく海岸という、砂浜の傾斜が緩やかで、奥行きが広い干出帯と前浜後方帯を持つのが特徴である(図 4)。ところが、その後方の後浜は奥行きの狭い前縁帯に続き、本来は浜崖(砂丘地)となっていた所に、多くの海岸で護岸工事やテトラポッドの設置が進み、自然海岸の様相を呈する場所は少なくなっている。

一方、金沢市専光寺⑭から加賀市伊切⑯までの海岸は、海岸浸食が進んでいるため沖合に離岸堤や潜堤(人工リーフ)が設置され、護岸海岸が続いている(図 5)。この範囲の砂浜は、離岸堤の陸側に砂の堆積が進み、砂州が成長して形成されたものである。離岸堤に接する部分は砂の粒度が細かく、離岸堤と離岸堤の間は弓なりの海岸線となり、砂の粒度は粗くなる傾向が認められるが、堆積砂の粒度は場所によって異なり、礫浜(細礫または中礫)になっている場所も少なくなかった。

なお、加賀市の片野と塩屋の海岸では、護岸工事や離岸堤の設置が行われているが、砂浜の奥行きが広いいため、自然海岸に近い様相を呈している(図 6)。

スナガニの穴と生息状況

これまでの観察によると、穴口直径 2 cm 前後のスナガニの穴は前浜後方帯に集中するが、後浜前縁帯における植生が比較的疎であれば、穴は植生の間でも見つかることが良くあった。また、穴口が直径 1 cm 前後の小型の穴(幼ガニの掘った穴)は、干出帯を主体に、波打帯と干出帯の境界付近までに見つかることが多かった。

生息状況の具体的な調査方法は、まず汀線に平行した前浜後方帯を中心に穴密度が最も高い場所でも幅 3 m または 6 m を選び、海岸に並行した長さ 50 m か 100 m (面積 300 m² にすることを基本とした)の範囲のスナガニの穴を数えた。多くの海岸でこの方法で調査範囲を決めることができたが、一部の海岸では前述した海岸の長さが取れない場合や、前浜の幅(奥行き)が狭いために、干出帯や後浜前縁帯を含めざるを得なかった。

矢島ら(1998)は巣穴の周囲に砂団子があり、脚跡が残っている新鮮な穴を掘ってスナガニの有無を調べた結果、約 3 割でスナガニが見つかったとしている。このことから、巣穴密度の高低はスナガニの生息密度を推測する目安になるものと考えた。ただし、穴と砂団子の状態は観察時間や気象条件によって変化しやすいので、今回も新旧の区別をしないで、スナガニの穴と判断できるものは全て数えた。また、任意の調査海岸で最低 5 個を目安に穴を試掘し、スナガニの採集を試みた。そしてスナガニが見つかった深さにおける砂の温度などを調べた。

生息海岸の数値化の試み

石川県の全海岸と調査場所を世界測地系 3 次メッシュに対応させ、そのコード番号を読み取った。そして、坂井(2017a)と同様に本県の全海岸の 3 次メッシュ数、スナガニが生息している海岸を含むメッシュ数、そして各メッシュに本調査で得られたスナガニの穴密度を代用させて生息状況の数値化を試みた。

スナガニの採集

スナガニの穴密度と実際にスナガニが見つかる割合や穴の深さなどを明らかにする目的で、スナガニの採集を試みた。本種の大型個体が潜んでいると思われる穴口の直径が 2 cm 前後の穴を任意に選択し、穴の進行方向の目印として乾燥した表砂を流し込み、ジョレン(ステンレス製の手鍬)で砂を掘り、スナガニを探した(図 7)。当初はジョレンを深く刺しこみすぎてスナガニを傷つけてしまうことが多かったが、採集を繰り返すうちにスナガニが潜んでいそうな深さに達した時点で注意深く少量の砂を掘ることで、傷つけずに発見・採集することができるようになった。掘る砂の深さは最大約 60 cm までに決め、スナガニが見つかった場合はその時点で掘るのをやめた。そして、掘った深さ(表砂からの凡その垂直距離)、その穴底部と表砂の温度(℃)を測定した。また EC(電気伝導度)を測定し、染み出てきた水が海水か淡水かを判断した。砂の温度と EC の測定は、ハンナ インスツルメンツ・ジャパン製の土壌ダイレクト EC/℃テスター HI98331N(Soil Test)を用いた。

採集したスナガニは、まず大きい方の鉗脚の内側の顆粒列(発音器)(三宅, 1983)の有無を観察し、スナガニであることを確認した。そして、甲幅を測定し、腹節の形態により雌雄を識別することに決め、メスの場合は抱卵の有無を観察した。採集の際に傷つけた個体は標本として持ち帰った。



図 7 スナガニの採集に使ったジョレン



図 8 スナガニのオスの鉗脚の顆粒列(発音器), NMCI AR.812, 甲幅 20.7 mm.

結果と考察

スナガニの穴密度

各調査海岸とその場所を含む 3 次メッシュコード、調査日、各海岸における穴数を調べた位置の詳細、穴数とその密度、そして前浜と後浜前縁帯の幅(奥行き)、植生と護岸や離岸堤等の設置状況を表 1 に示す。

穴密度が最も高かったのは前報告(坂井・又多, 2017)と同様に、志賀町千鳥ヶ浜の $4.60/\text{m}^2$ であった。ただし、前年(2016 年)10 月には $10.77/\text{m}^2$ であったので、その密度は半分以下に留まった。今回も

前年と同様に穴口が直径1 cm程度の幼ガニの穴が多かった。一方、前年は穴密度が $7.70/\text{m}^2$ と二番目に高かった志賀町大島は $0.33/\text{m}^2$ に留まった。前年(2016年)の8月下旬には、大島の約2 km南にある羽咋市の甘田海岸でも、秋に極めて多数の本種の幼ガニが生息していたことが観察されている(坂井, 2017b)。したがって、千鳥ヶ浜から甘田海岸にかけての海岸一帯に、多数のスナガニの幼生が上陸・定着したことが推察される。理由は解らないが、大島に比べて千鳥ヶ浜の方が、冬季における幼ガニの減耗が少なかったのではないかと考えられる。

これに続き、かほく市高松 $3.34/\text{m}^2$ (新規)、能登町羽根 $2.48/\text{m}^2$ (前年は $0.61/\text{m}^2$ 、約4倍に増加)、そして志賀町増穂ヶ浦 $2.45/\text{m}^2$ (前年は $1.96/\text{m}^2$ 、安定的)の3ヶ所で穴密度が $2.0/\text{m}^2$ を越えた。この他、七尾市の大泊、上佐々波、鶴浦、新たに調査した穴水町古君、能登町鶴川、そして加賀市橋立で穴密度が $1.01\text{--}1.65/\text{m}^2$ と高かった。七尾市の3ヶ所は前年も $1.07\text{--}3.24/\text{m}^2$ と比較的高かった海岸である。一方、前年はスナガニの穴が全く見つからなかった宝達志水町今浜は $0.98/\text{m}^2$ と顕著に増加し、羽咋市千里浜は2個体が見つかり、 $0.01/\text{m}^2$ であった。ただし、千里浜と今浜は「千里浜なぎさドライブウェイ」として利用されている区間外を調査したので、一般車両の通行が原則無いはずだが、それでも車両の通行跡が多数認められた。

今回、新たに調査した能登半島の珠洲市引砂は $0.80/\text{m}^2$ と比較的高い値を示し、輪島市三ツ子浜は大川と隣接する海岸だが、 $0.39/\text{m}^2$ と大川より明らかに高かった。また、七尾市庵(虫崎)、珠洲市の鶴飼、折戸、鉢ヶ崎、宇加川、そして羽咋市西釜屋町はいずれも前年と比べると穴密度が上昇、もしくは良く似た値を示し、 $0.58\text{--}0.95/\text{m}^2$ の範囲であった。

珠洲市の粟津は前年の $0.43/\text{m}^2$ から $0.25/\text{m}^2$ に減少し、川浦、馬継、輪島市の大川、袖ヶ浜、黒島、そして穴水町の立戸の浜などでは、前年と同様に穴密度は低かった($0.004\text{--}0.29/\text{m}^2$)。七尾市の八ヶ崎、能登町白丸、珠洲市の高屋はスナガニの生息を確認したが、その穴密度は高くはなかった。一方、能登町新保と恋路、珠洲の上戸と木ノ浦ではスナガニ

の穴が見つからず、生息していないものと判断された。羽咋市の柴垣は、長手島の南側を調査場所に行っているが、前年と同様に今回もスナガニの穴は見つからなかった。念のため長手島の北側を観察したところ、穴口の直径が2 cm程度の穴を1個、1 cm前後の穴を5個見つけることができた。長手島を挟んで、生息状況が異なっていることが推察された。

一方、かほく市以南の海岸では、前述した高松と橋立以外では、能美市の吉原釜屋が $0.74/\text{m}^2$ 、かほく市白尾が $0.63/\text{m}^2$ となり、穴密度は比較的高かったが、内灘町内灘、金沢市の専光寺、白山市の徳光、そして加賀市の塩屋と片野は $0.22\text{--}0.35/\text{m}^2$ と低かった。また、かほく市大崎、白山市倉部、小松市安宅の穴密度は $0.003\text{--}0.04/\text{m}^2$ に留まり、白山市石立町と加賀市伊切では、スナガニの穴は全く見つからなかった。

以上の様に、スナガニの穴密度が約 $1.0/\text{m}^2$ 以上を示し、20 m以上の前浜を持つ海岸は、増穂ヶ浦と千鳥ヶ浜、そして今浜から高松までのかほく海岸で、能登半島南部から加賀北部の西海岸に集中している。一方、大泊から鶴飼にかけての能登半島の東海岸には、穴密度の高い海岸が点在しているが、これらの砂浜は前浜と後浜前縁帯を合わせても20mに満たない狭い海岸が主体である。実際の調査の際、穴密度がおおよそ $0.5/\text{m}^2$ を超えると、「スナガニの穴が多い(=生息量が多い)」と感じられた。

前報告(坂井・又多, 2017)では、スナガニの穴密度が相対的に高かった海岸は後浜に良好な植生域を備えていることが共通しており、後浜に植生域が見られず、護岸付近まで波が打ち寄せる頻度が高いと観察された海岸は穴密度が低かったと報告した。今回、スナガニの穴密度が二番目に高かった高松($3.34/\text{m}^2$)には植生帯は全くなく、後背は護岸が整備されている。したがって、植生帯の存在自体がスナガニの生育密度を高く維持する条件ではなさそうである。ただし、前年の調査は本種の越冬直前に当たる10月に行われたものなので、スナガニの活動が越冬に備えたものになっていた可能性がある。植生帯の有無だけでなく、ナミノリソコエビやヨコエビ類、二枚貝類等のエサ生物の生息量、河川の有無や漂

表 1 各調査海岸とその場所を含むの 3 次メッシュコード、調査日、スナガニの穴数を調べた各海岸の位置の詳細と

調査場所	3次メッシュコード	調査日 (2017)	調査位置と範囲(m)					
			幅(奥行き)	汀線からの位置	長さ	面積(m ²)	穴数	穴密度(/m ²)
1 七尾市大泊	5537-3074	6/25	3	3-6	100	300	486	1.62
2 七尾市上佐々波	5537-4003	6/25	6	4-10	70	420	694	1.65
3 七尾市佐々波	5537-4013	6/25	3	4-7	50	150	86	0.57
4 七尾市庵(虫崎)	5537-4024	6/25	6	2-8	50	300	257	0.86
5 七尾市鵜浦	5537-5013, 5023	6/25	3	2-5	90	270	315	1.17
6 七尾市ハヶ崎	5537-5013, 5024	6/25	1.5	1.5-3	60	90	15	0.17
7 穴水町立戸の浜	5537-6054	6/25	3	2-5	260	780	3	0.004
8 穴水町宇加川	5537-6065, 6075	6/25	1.5	1.5-3	200	300	173	0.58
9 穴水町古君	5537-6096	6/25	3	2-5	80	240	317	1.32
10 能登町鵜川	5537-7006	6/25	3	2-5	120	360	414	1.15
11 能登町羽根	5537-7164	6/30	3	4-7	100	300	745	2.48
12 能登町新保	5537-7179, 7270, 7280	6/13	—	—	360	全域観察	0	0
13 能登町白丸	5537-7290	6/14	—	—	230	全域観察	+	+
14 能登町菟路	5637-0149	6/13	—	—	100	全域観察	0	0
15 珠洲市磯崎	5637-0199	6/14	3	3-6	100	300	285	0.95
16 珠洲市上戸	5637-1200, 1210	6/14	—	—	100	全域観察	0	0
17 珠洲市鉢ヶ崎	5637-1226	6/7	6	6-12	50	300	196	0.65
18 珠洲市弓砂	5637-1267, 1268	6/8	6	17-23	50	300	240	0.80
19 珠洲市栗津	5637-1287	6/8	3	7-10	100	300	75	0.25
20 珠洲市川浦	5637-2233, 2234	6/14	3	15-18	100	300	86	0.29
21 珠洲市折戸	5637-2232	6/14	6	10-16	50	300	236	0.79
22 珠洲市木ノ浦	5637-2231	6/14	—	—	—	全域観察	0	0
23 珠洲市高屋	5637-2129	6/14	—	—	180	全域観察	+	+
24 珠洲市馬縹	5637-2117	6/14	6	11-17	50	300	29	0.10
25 輪島市大川	5637-1034	6/27	6	9-15	50	300	34	0.11
26 輪島市三ツ子浜	5637-1023, 1033	6/27	6	6-12	50	300	118	0.39
27 輪島市袖ヶ浜	5636-0781	6/27	6	4.5-10.5	50	300	53	0.18
28 輪島市黒島	5536-7548	6/27	6	4-10	50	300	64	0.21
29 輪島市琴ヶ浜	5536-6576	6/27	6	4-10	50	300	150	0.50
30 志賀町増徳ヶ浦	5536-5576	6/27	6	4-10	50	300	735	2.45
31 志賀町千鳥ヶ浜	5536-3691	6/29	6	10-16	50	300	1,379	4.60
32 志賀町大島	5536-3681	6/29	6	5-11	50	300	98	0.33
33 羽咋市珠垣	5536-3630	6/29	3	9-12	100	300	0	0
34 羽咋市西釜屋町	5536-2681, 2691	6/29	6	11-17	50	300	195	0.65
35 羽咋市千里浜	5536-2661, 2671	6/29	6	7-13	50	300	2	0.01
36 宝達志水町今浜	5536-2509	6/29	6	13-19	50	300	293	0.98
37 かみまき市高松	5536-1516	6/29	6	11-17	50	300	1,001	3.34
38 かみまき市白尾	5536-0564	6/28	6	9-15	50	300	190	0.63
39 かみまき市大崎	5536-0543	6/24	1.5	2.5-4	200	300	13	0.04
40 内灘町内灘	5436-7469	6/24	3	6-9	100	300	106	0.35
41 金沢市専光寺	5436-7416	6/24	1.5	2-3.5	100	150	35	0.23
42 白山市倉部	5436-6463, 6473	6/24	6	2-8	50	300	10	0.03
43 白山市徳光	5436-6441, 6442	6/24	1.5	1.3-2.8	100	150	35	0.23
44 白山市石立町	5436-6410	6/24	—	—	—	全域観察	0	0
45 能美市吉原釜屋	5436-5366	6/28	6	4.5-10.5	50	300	222	0.74
46 小松市安宅	5436-5303	6/28	3	5-8	100	300	1	0.003
47 加賀市伊切	5436-4247, 4248	6/28	—	—	—	全域観察	0	0
48 加賀市橋立	5436-4225	6/28	6	5-11	50	300	303	1.01
49 加賀市片野	5436-3282	6/28	6	5-11	50	300	67	0.22
50 加賀市塩屋	5436-3250, 3260	6/28	3	9-12	100	300	92	0.31

凡例 穴数と穴密度: +穴が見つかったことを示す 海岸の概況: A ●広い, または良好な多年生の植生帯がある, ◎狭い, または部分的な多年生の植生帯がある, ○疎な多年生植生帯がある, +狭い, または部分的な植生帯がある, ×植生は認められない;

穴数と穴密度、そして前浜と後浜前縁帯の幅(奥行き)、植生と護岸や離岸堤等の設置状況

前浜の幅(m)				後浜(m)			海岸の状況	
波打帯	干出帯	後方帯	前縁帯	A	B	C	備考	
2	3.5	7	2	●	○	△	河川の河口部周辺に食痕が集中、穴も多かった	
1	4	6	2	●	○	△	穴は前浜後方帯に集中、カモメ類が多かった	
1	3	5	2	●	○	△	穴は干出帯と前浜後方帯に集中、カモメ類が多かった	
1	2	6	6.5	◎	○	△	穴は前浜後方帯に集中、海藻・流木などの漂着物が多かった	
1	2	2	2	◎	○	△	穴は前浜後方帯に集中、海水浴場	
0.5	1.5	1.5	0.5	○	○	△	穴は前浜後方帯に集中、海水浴場	
0.5	2	3	5	●	◎	△	漂着アマモが砂に埋もれ、発酵してガスを出していた	
0.5	2	3	3	○	○	△	穴は前浜後方帯に集中している	
1	2	3	2	○	○	△	穴は前浜後方帯に集中している	
1	2	4	2	○	○	△	穴は前浜後方帯に集中している	
0.5	4	5	7	◎	◎	△	干出帯にも食痕を伴った穴が多く認められた	
3	10	1.5	1.5	◎	◎	△	海水浴場、重機による海岸整備が行われていた	
2	3	3	—	×	○	▼	穴を複数確認した	
1	3	3	1	○	○	△	海水浴場、重機による海岸整備が行われていた	
0.5	3	6.5	5	●	未整備	未整備	護岸は未整備、植生帯の背後は道路になっている	
1	3	3	2	○	◎	▼	離岸堤が砂州が伸び、背後は護岸となっている	
2	6	11	21.4	+	○	△	海水浴場、重機による海岸整備が行われていた	
1	8.5	14.5	8	+	○	△	護岸が飛び砂で埋もれ、浜崖様の斜面を形成している	
1	3.5	7.5	4.5	●	○	△	護岸までの間に広い植生帯が形成されている	
2	15	9.8	—	+	○	▼	25-30 cm 掘ると砂利や石(こぶし大)が現れた	
2	5	17	3	+	○	▼	干出帯は傾斜が強く、前浜後方帯はゆるやかであった	
—	—	—	—	×	○	▼	表砂は薄く、汀線は礫浜、穴は見つからなかった	
—	—	—	—	◎	◎	▼	穴を複数確認した	
1	4	25.4	—	+	○	▼	干出帯は傾斜が強く、前浜後方帯はゆるやかであった	
3	13	8	—	●	+	未整備	沖合に潜堤が設置されている	
3	5.7	21.7	—	+	○	▼	海藻や流木等の漂着物が多く、ヨコエビ類が多かった	
3	3	23.5	—	×	◎	▼	海水浴場、漂着海藻が砂中に埋もれ、ヨコエビ類が多かった	
1	4	20-50	+	+	○	▼	25-30 cm 掘ると砂利が混じるようになる	
2	3	29	+	●	○	△	鳴き砂の浜としての観光地、浜崖際で疎な植生がある	
2	4	26	6.5	●	○	△	海岸護岸までに幅 100m 以上の植生帯がある	
2	10	20	10	●	未整備	未整備	後浜前縁帯に乾燥した海藻・流木等の漂着物が多かった	
1	4	24	16.5	●	○	▼	後浜前縁帯に乾燥した海藻・流木等の漂着物が多かった	
2	9	26	18.5	×	○	▼	後浜前縁帯に乾燥した海藻の漂着物が多かった	
1	12	26.5	3	×	○	▼	前浜全域が平たん、車両の踏み荒らしが多い	
2	12	12	22	×	○	▼	汀線から 17-24m 付近は車道として利用されている	
1	7	38	5	×	○	▼	護岸された後浜前縁帯までが平たん、食痕が良く残っていた	
1	8	16.5	13.3	×	○	▼	護岸された後浜前縁帯までが平たん、食痕が良く残っていた	
2	11.3	23.4	—	×	◎	▼	護岸を埋めた飛び砂に植生が見られる	
1	2.5	1.5	—	×	○	▼	海水浴場、穴は砂浜が広がっている所に集中していた	
3	6	>6	不明確	●	○	△	護岸まで 100m 以上あるが、車両による穴の踏み荒らしが多い	
0.5	2	2	—	×	◎	▼	海水浴場の範囲は周囲より沖だしの離岸堤が設置されている	
0.3	2	11	—	×	◎	▼	沖だしの離岸堤あり、穴は離岸堤の陸側に集中していた	
0.5	1.3	3.7	—	×	◎	▼	松任海浜公園、穴は沖だしの離岸堤の陸側に集中していた	
—	—	—	—	×	◎	▼	離岸堤あり、表層に薄く砂が堆積しているが、汀線は礫浜	
2	3.5	>7	—	+	◎	▼	砂が多く、穴は離岸堤や河川水の浸込み周辺部で多かった	
2	5	10	24	×	◎	▼	海水浴場、離岸堤あり、波打ち際は砂利と小石	
—	—	—	—	●	○	▼	汀線、前浜は礫浜となっていて、砂の堆積はない	
3	5	8	16.5	×	○	▼	海水浴場、尼御前岬と漁港に挟まれた砂浜、河川河口がある	
2	3	8	21	×	○	△	海水浴場、護岸歩道の背後は多年生植生帯となっている	
4	9	3	—	×	◎	△	海水浴場、浜崖の後背約 40m から海浜植物群落が広がる	

海岸の概況: B ◎植生後背に護岸が、沖合には離岸堤や潜堤(人工リーフ)が設置されている、○植生後背に護岸が整備されている、+護岸は未整備だが沖合に離岸堤や潜堤(人工リーフ)が整備されている; C △波浪は護岸まで到達しない、▼波浪は護岸まで到達する

着物の多少など(鈴木, 1979)、様々な要因が絡み合い、それらが本種の生育密度に影響しているものと考えられる。

スナガニの穴密度と砂浜の砂の中央粒径値との関係を図 9 に示す。ここで用いた各海岸の中央粒径値は、当センターが 2014 年 5 月に行った砂浜海岸におけるモニタリング調査結果を引用した(のと海洋ふれあいセンター, 2015)。ただし、モニタリング調査で分析しているのは汀線付近の砂なので、スナガニが主として穴を掘る前浜後方帯や後浜前縁帯に堆積している砂の中央粒径値とは若干異なるかもしれない。なお、調査していない海岸の中央粒径値は、近傍の良く似た環境の海岸の値を代用した。

その結果、スナガニの穴密度が $2.0/\text{m}^2$ を越えた海岸の中央粒径値は $0.18\text{--}0.26\text{ mm}$ で、細砂(粒径は $0.125\text{--}0.25\text{ mm}$)が主体の砂浜であった。また、穴密度が $0.5\text{--}2.0/\text{m}^2$ と比較的高かった海岸の中央粒径値は $0.16\text{--}0.41\text{ mm}$ となり、細砂だけでなく中砂($0.25\text{--}0.5\text{ mm}$)が主体の海岸も少数だが含まれていた。したがって、スナガニの生息密度が高くなるには、細砂が主体の海岸であるが(必要条件)、中砂が主体であってもスナガニは十分生息できるものと思われる。

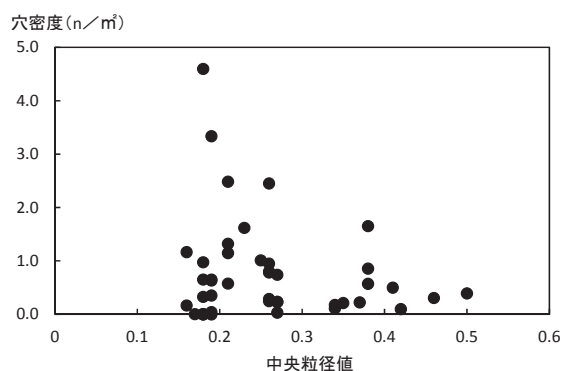


図 9 スナガニの穴密度と砂浜の中央粒径値の関係

大島と柴垣の間にある甘田海岸、千里浜から白尾に至る千里浜・かほく海岸は、細砂が主体の砂浜で、波打ち際に多数のナミノリソコエビが生息し(環境省, 2006; 2007)、またこれをエサとしているシギ・チドリ類が多数飛来することが知られている(環境省, 2007)。ナミノリソコエビはスナガニにとっても重要なエサとなっていることは容易に推察でき、シギ・チドリ類の吐き出

すペリットもスナガニのエサ環境を好転させているものと考えられる。また、増穂ヶ浦や千鳥ヶ浜は波打ち際に多くの二枚貝やアミ類等が生息していることが観察されている。波打ち際に生息する動物量が多いこと、またこれらをエサとしているシギ・チドリ類の飛来が盛んなことが、スナガニの生息密度を高く維持させている要因であると考えられる。

ただし、この範囲の中で、千里浜から今浜までの約 8 km の海岸は「千里浜なぎさドライブウェイ」として、昼夜を問わず車両の通行が盛んに行われている。このためか、この区間ではスナガニの穴は全く見つからなかった。また、高松から白尾、大崎までの間は浸食作用が継続して起こっているため、砂浜が消失している場所が点在している。したがって、スナガニの生息地は分断され、各生息地が孤立状態になっている。このことが、穴密度を低くしている要因の可能性がある。地球温暖化に伴う海水面の上昇が起こると、その後退速度は加速されることが懸念され、本種の生息地の縮小が起こるものと考えられる。

内灘町内灘は近年、砂の堆積が進み、砂浜の拡大が起こっている。このため、浜茶屋の開設や海水浴場の再指定が行われ、サーフィン等の利用者が増えている。これに伴い、砂浜への車両の乗り入れが増加しているようである。調査の際、前浜一帯で車両のタイヤ跡が目についた。砂浜の管理と利用について検討する必要がある。

一方、七尾市大泊から珠洲市鶴飼にかけての東海岸には、前述したように穴密度の高い海岸が点在している。ところが、いずれも前浜と後浜前縁帯を合わせても 20 m に満たない狭い海岸である。これらの海岸は、近くに漁港や河川があり、沿岸では周年にわたり定置網漁業が行われている。また、穴密度の高い砂浜は多くのカモメ類の休息場所となっていることが観察されている。カモメ類のフンや吐き出しペリットは栄養価が高いので、その一部はスナガニが直接エサとして利用している可能性がある。また、微細藻類や動物プランクトンなどの増殖を促して、結果としてスナガニにとって好ましいエサ環境を創造し、その生息密度を安定的に高めているのではないかと考えられる。

奥能登の北海岸の砂浜は、穴密度が相対的に低い海岸が多い。いずれも波浪の影響により砂の粒度は粗

く、しかも植生帯が形成されている場所は少ない。海藻類の漂着は多いが、いずれの砂浜も前述した東海岸に比べると貧栄養の状態にあるので、スナガニの生息量が少なくなっているものと推察される。

金沢市の専光寺から能美市(手取川河口以北)は、離岸堤や潜堤の設置が進み、護岸海岸が続いているが、離岸堤の沖だし位置やその長さによって、砂の堆積状況が変わるようである。したがって、例えば徳光や吉原釜屋の様に、粒径が中砂以下のものが堆積する環境が揃うと、そこにスナガニが集中して生息するようになるものと考えられる。一方、手取川河口以南から尼御前岬までは、海岸浸食が激しいので護岸海岸が続く、海岸には礫浜やこぶし大の石が混じる海岸が一部に見られるだけで、スナガニの生息に適した海岸はほぼない。

一方、橋立は尼御前岬と港湾施設に囲まれた狭い範囲に砂が堆積し、そこではスナガニが集中して生息していた。しかも、河川の河口が有るので、生息密度が高くなったと考えられる。片野と塩屋の穴密度は低い、これらの海岸は中砂が主体で、前浜の傾斜も強く、砂浜の環境は能登半島の北海岸に類似している。

生息状況の数値化

石川県の全海岸は 746 の 3 次メッシュで構成されている。これらを砂浜、岩礁、人工海岸等の海岸形態に応じて分類し、その組成を求めた(図 10)。特に能登半島の砂浜は小規模なものが多いため、同じ 3 次メッシュの中に砂浜と岩礁、港湾施設などが同時に含まれることが多い。したがって、スナガニが生息できる砂浜だけを持つ 3 次メッシュは 108 (14.5 %)、岩礁や港湾施設と砂浜が隣接するのは 43 メッシュ (5.8 %) となり、合計 151 メッシュ (20.2 %) がスナガニの生息できる砂浜を有することになった。

そして、今回の調査を基に、スナガニが生息できる砂浜を有する 3 次メッシュ毎の穴密度を求めた。調査をしていないメッシュは、近傍の調査場所における穴密度を適用した(表 2, 図 11)。

スナガニの穴密度が $1.0/\text{m}^2$ を超えた 3 次メッシュ数は 21、砂浜を有する 3 次メッシュの約 13.9 % になった。

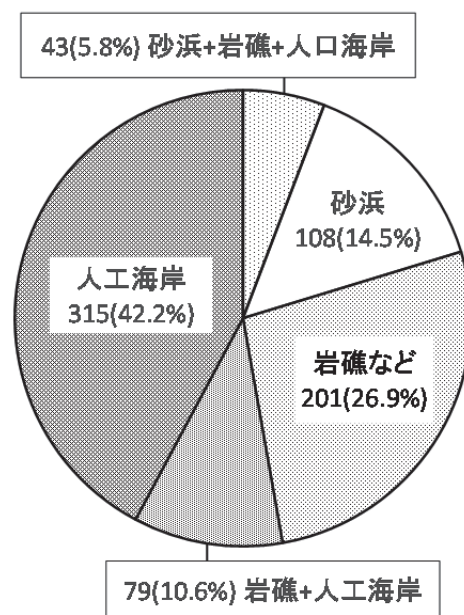


図 10 石川県の海岸形態別の 3 次メッシュ組成

表 2 スナガニの穴密度 (N/m^2) で分類した石川県の砂浜海岸を含む 3 次メッシュ数とその組成

穴密度	砂浜メッシュ数 (%)	全海岸の組成
$N > 1.0$	21 (13.9 %)	2.8 %
$1 \geq N > 0.5$	29 (19.2 %)	3.9 %
$0.5 \geq N > 0.1$	41 (27.2 %)	5.4 %
$0.1 \geq N > 0$	23 (15.2 %)	3.0 %
$N = 0$	37 (24.5 %)	4.9 %
合計	151	(746)

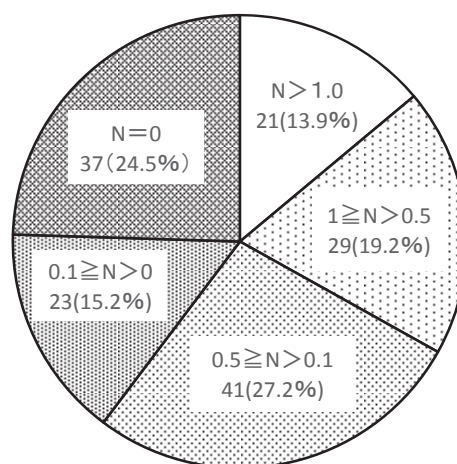


図 11 スナガニの穴密度 (N/m^2) で分類した石川県の砂浜海岸を含む 3 次メッシュの組成

また、穴が多いと観察される $0.5/\text{m}^2$ を超えた 3 次メッシュの合計は 50 となり、組成は 33.1 % になった。したがって、砂浜を有する 3 次メッシュの 3 割以上が、スナガニの穴密度が高いと観察される砂浜を含むメッシュとなった。ただし、前述のように穴密度が $0.5/\text{m}^2$ を超える海岸には、能登半島の東海岸の小規模な砂浜海岸が多く含まれている。このような海岸は穴密度こそ高いものの、奥行きが広い前浜を持つ千鳥ヶ浜や大島、高松や今浜などの能登半島の西海岸に較べれば、生息数自体は決して多くないことを配慮する必要がある。

石川県の全海岸の中で見てみると、穴密度が $0.5/\text{m}^2$ を超えた 3 次メッシュの組成は 6.7 % と低い値に留まった。本県における代表的な砂浜は、千里浜・かほく海岸であるが、前述のように千里浜と今浜の間にはスナガニは生息できそうにない。そして今浜以南のかほく海岸は砂浜の浸食が継続的に起こっている。したがって、スナガニが生息できる砂浜海岸は、今後も減少が続くことが危惧される。

穴の試掘結果

各調査場所でスナガニの穴を試掘し、スナガニを探した。試掘回数とスナガニの発見数、その発見率、並びに各調査場所で試掘した穴の深さの平均値を表 3 に示す。

発見率が最も高かったのは鉢ヶ崎で、5 回の試掘でスナガニ 5 個体を発見できた。最も低かったのは白尾で、5 回試掘したがスナガニは全く発見できなかった。今回の調査では 169 回の試掘で 74 個体を発見することができ、その発見率は 43.8 % であった。

矢島ら(1998)は、砂団子や足跡の痕跡から、新しい穴と判断できた穴を試掘し、約 3 割でスナガニが見つかったとしているが、この結果と比べると、本調査における発見率は高く、約 1.5 倍になった。ただし、調査した海岸によって、その発見率の差が大きい。このことは、海岸によって、穴の性質が異なる可能性があることを示唆するものと考えられる。

一方、試掘した穴の深さの平均値は、最深が折戸の 60 cm、最浅が橋立の 24.2 cm で、全体の平均値は 35.4 cm となった。試掘した深さは、前浜の傾斜が強く砂の粒度が粗い折戸や片野、塩屋等で深く、前浜の

傾斜が緩くて砂が細かい千里浜や千鳥ヶ浜等で浅い傾向が認められた。

スナガニの穴と砂団子について

今回の調査では、スナガニの掘る穴と砂表に並べる砂団子に、それぞれ 2 種類あることが観察された。

スナガニが掘る穴のうち、砂の表面が乾いている前浜後方帯から後浜前縁帯に掘る穴は相対的に深く、穴口の周辺には長径 2-3 cm、短径 1-2 cm の大きめの砂団子が積み上げられている。ただし、これらの砂団

表 3 各調査場所における試掘回数とスナガニの発見数と発見率、並びに試掘した穴の深さの平均値

	試掘回数	発見数	発見率	穴の深さ
1 大泊	6	2	33.3	31.7
4 庵(虫崎)	5	2	40.0	39.0
11 羽根	6	4	66.7	31.7
15 鶴飼	8	1	12.5	40.0
17 鉢ヶ崎	5	5	100.0	29.6
18 引砂	6	1	16.7	43.3
19 栗津	4	2	50.0	30.0
20 川浦	5	2	40.0	32.0
21 折戸	5	1	20.0	60.0
24 馬縹	6	2	33.3	33.3
25 大川	5	1	20.0	39.0
26 三ツ子浜	5	3	60.0	41.0
27 袖ヶ浜	5	2	40.0	37.0
28 黒島	5	1	20.0	45.0
29 琴ヶ浜	6	1	16.7	39.2
30 増穂ヶ浦	6	2	33.3	35.8
31 千鳥ヶ浜	9	8	88.9	25.8
32 大島	5	3	60.0	28.0
34 西釜屋	5	3	60.0	34.0
35 千里浜	2	1	50.0	25.0
36 今浜	5	3	60.0	35.0
37 高松	8	3	37.5	34.0
38 白尾	5	0	0.0	31.0
40 内灘	6	1	16.7	33.3
41 専光寺	5	4	80.0	30.0
43 徳光	7	4	57.1	26.4
45 吉原釜屋	6	2	33.3	28.3
48 橋立	6	3	50.0	24.2
49 片野	6	3	50.0	52.5
50 塩屋	6	4	66.7	48.3
合計	169	74	43.8	35.4

子は乾燥すると崩れてしまうので、6月の調査ではその形状を保っている海岸は少なかった(図12)。これとは別に、潮が引いた干出帯(砂の表面は湿っている)で観察できる第2の穴は相対的に浅く、穴口の周辺には大きめの砂団子の他に、長径が0.5 cmに満たない



図12 前浜後方帯で見られるスナガニの穴。掘り出された大きめの砂団子は乾燥してばらばらになっている。

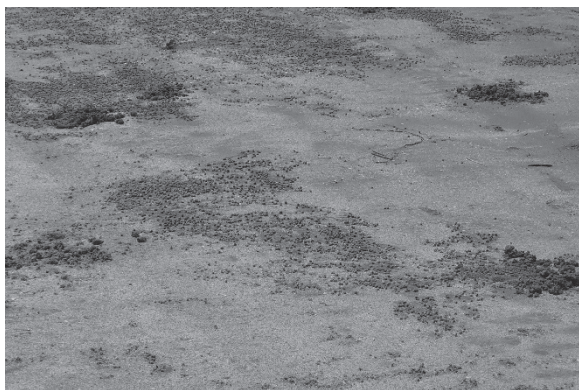


図13 干出帯に残されたスナガニの食痕の小さい砂団子と緊急避難の隠れ穴を掘った大きい砂団子

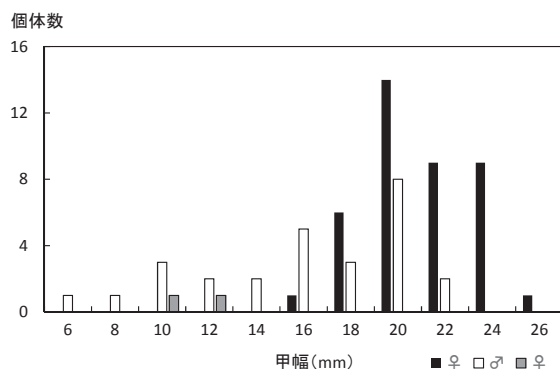


図14 採集されたスナガニの甲幅組成(採集は6月7日から7月16日に実施)。

小さい砂団子が、広い範囲に並べられていた(図13)。これが第2の砂団子で、スナガニが潮の引いた干出帯で、砂の表面に残された有機物や微小藻類を採り分けた砂で造った、言わば食痕の砂団子である。

日中に干出帯で採餌しているスナガニを観察している際、不注意に動くとスナガニは素早く、近傍の穴の中に姿をくらます。したがって、干出帯に造られる第2の浅い穴は、鳥類等の捕食者に気付くと素早く逃げ込み、身を隠すために掘った穴であることが推察される。すなわち、この穴は、採餌のための安全を確保する緊急避難の隠れ穴とも考えられる。

食痕の砂団子と穴を掘った砂団子は、大きさが違うので容易に識別できる。しかしながら、長時間潜むための安定的な穴なのか、緊急避難的な隠れ穴なのかの区別は難しい。ところが、干出帯に掘られる穴は、波打ち帯に近い場合、これを掘ると海水が染み出てくる場合がほとんどである。海水が染み出てくる深さは、海岸によって異なるが、浅い場合は20 cmに満たない場合もよくあった。両者の穴を識別するのは難しいが、まずその穴が波打ち帯に近い干出帯にあれば、また掘り返した際に海水が染み出してくれば、第2の採餌のための緊急避難の隠れ穴と考えるのが妥当のようである。

穴密度が特に高く、前浜の奥行きが狭い新保、逆に前浜の奥行きが広くて干出帯と前浜後方帯の区別が難しい増穂ヶ浦や千鳥ヶ浜、高松では、両者を識別できずに穴を数えてしまった可能性がある。また、東出(2017)は珠洲市の鉢ヶ崎海岸で、住民参加によるスナガニ調査を試み、193個の穴を掘り返したが5個体のスナガニしか見つからなかったと報告している。この調査におけるスナガニの発見率は2.6%と極端に低く、明らかに干出帯に掘られた採餌のための第2の穴を含めた結果であると思われる。今後は再度、調査方法を検討する必要があると考えている。

なお、緊急避難の隠れ穴とそれを掘った砂団子、そして食痕である小さい砂団子は、潮が満ちると波にさらされ、跡形もなく消えてしまう。砂浜に残るのは、表面の砂が乾いている前浜後方帯と後浜前縁帯で掘られた穴、そしてそのために運び出された大きめの砂団子だけである。



図 15 スナガニのオス幼体, 甲幅 13.4 mm
(白山市徳光, 2017 年 6 月 24 日, NMCI AR.838)



図 16 スナガニのオス成体, 甲幅 20.7 mm
(能登町羽根, 2017 年 7 月 16 日, NMCI AR.812)



図 17 スナガニのメス幼体, 甲幅 13.9 mm
(羽咋市四釜屋町, 2017 年 6 月 29 日, NMCI AR.807)



図 18 スナガニのメス垂成体, 甲幅 19.6 mm
(宝達志水町今浜, 2017 年 6 月 29 日, NMCI AR.809)



図 19 スナガニのメス成体, 甲幅 22.8 mm
(珠洲市川浦, 2017 年 6 月 14 日, NMCI AR.799)



図 20 能登町羽根で採集されたスナガニの抱卵メス
(甲幅 23.5 mm, 7 月 16 日採集・撮影)

成熟と繁殖期について

今回の調査で採集できたスナガニは合計 69 個体 (オス 27 個体、メス 42 個体) であった。これらの甲幅組

成を図 14 に示す。採集できた全てのオスが性的に機能しているかは不明である。また、甲幅が 11.2 mm と 13.9 mm のメス 2 個体は標本とした個体であり、外観が

オスに類似した腹節を持っていたが、生殖門があることを実体顕微鏡で観察した。

石川県におけるスナガニは、甲幅が16 mmを超える大きになると、外観から雌雄の識別が可能となるようである(図 15-17)。ただし、メスの腹節の幅が胸部腹甲に近くなるのは甲幅20 mmを超えた個体であるが、19.6 mmと20.0 mmの個体は、成熟脱皮を終えていない個体(亜成体)であると判断された(図 18)。また、県内一円を対象に生息状況を調べた6月では、繁殖期に特有の全身が赤色に変わった成熟個体(鈴木, 1979)はよく見つかったが、抱卵個体は全く見られなかった(図 19)。ところが、7月16日に飼育個体の採集を行った能登町羽根で1個体の抱卵個体が採集され、その甲幅は23.5 mmであった(図 20)。この抱えられていた卵の卵径は約0.45 mm、発生段階はごく初期のもので、体節や眼球などの分化は認められなかった(図 21)。

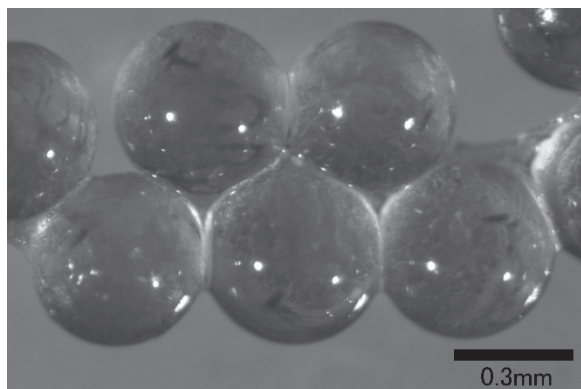


図 21 能登町羽根で7月16日に採集されたスナガニが抱えていた卵



図 22 能美市の吉原釜屋海岸で見つかったスナガニのオスの脱皮殻(2017年6月28日撮影)

能登町羽根は6月30日に穴の試掘調査を行い、オス3個体、メス1個体を採集したが、このメスは抱卵していなかった。このことから、この卵は産卵されて間もないものと判断された。以上のことから、本県におけるスナガニの産卵期は7月に入ってからであると推察できる。抱卵期が約1ヶ月、海に放たれたゾエア幼生がメガロパを経て稚ガニとなって上陸するのが約1ヶ月(鈴木, 1979)であることを考慮すると、石川県におけるスナガニの繁殖期は7月から8月の2ヶ月間で、産卵は通常年1回であるが、条件が良ければ年2回の可能性もあると推察できる。なお、雌雄の甲幅組成を見ると、メスのほうがオスより大型に成長するようである(図 14)。

脱皮に関する情報

スナガニの脱皮殻は吉原釜屋でオスの1個体だけを見付けることができた。それは干出帯の砂の表面に露出していた(図 22)。吉原釜屋の調査の際、干出帯と前浜後方帯の間に約50 cmの段差があり、スナガニの穴は前浜後方帯だけで見つかったが、崖ぎりぎりの部分にも穴が散在していた。見つかった脱皮殻は本来、砂中に埋もれていたが(鈴木, 1979)、満ち潮によって前浜後方帯の前縁が波で浸食されて砂が崩れ、砂に埋もれていた脱皮殻が砂表に姿を現したものと考えられる。

一方、のと海洋ふれあいセンターでは2017年7月から、スナガニの飼育を行っている。飼育水槽に約10 cmの深さになるように細砂を入れ、常に砂全体が十分な湿度を保つように、海水を水道水で約二分の1に希釈して散布している。飼育個体の観察によると、脱皮は砂穴の中で行われ、その時期が9月下旬から10月に集中していた。これらのことから、少なくとも当地における繁殖期の7-8月を挟んで、その前後に少なくとも各1回、砂中の穴の中で脱皮しているものと考えられる。

スナガニの穴の深さと砂の温度

試掘したスナガニの穴の深さとその底部における砂の温度の関係を図 23 に、また穴口の表砂と穴底部の砂中温度の関係を図 24 に示す。

まず、浅い穴は場所によっては30℃に達していたが、30 cmを超えると28℃以下になって安定的であっ

た。また、深さ 30 cm までの穴では海水や淡水が染み出てくる場合もあったが、それを超える深い穴ではそのようなことはなかった。

一方、表砂と穴底部の砂中温度を見てみると、両者は弱いながらも正の相関があることが分かる。そして、表砂の温度は 20.1–38.4 °C で較差は 18.3 °C、穴底部の温度が 18.3–30.1 °C で較差は 11.8 °C となり、明らかに砂中のほうが温度は安定していた。そして、砂中の温度が約 28 °C を超える場所では、見つかるスナガニは少なかった。穴の中は温度が安定していることが、スナガニが夏の炎天下でも砂の中に潜む理由の一つであろうと推察できる。

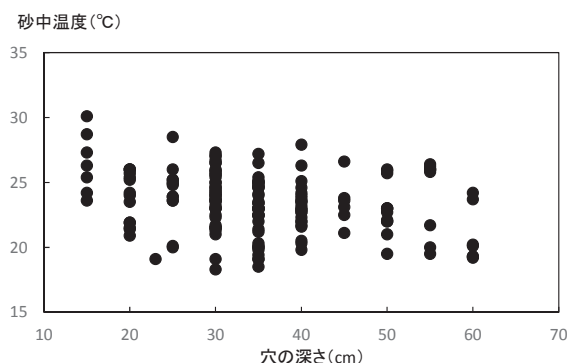


図 23 スナガニの穴の深さと砂中温度の関係

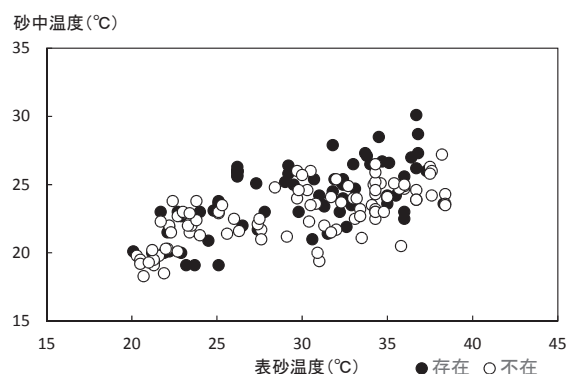


図 24 スナガニの穴の表砂と穴底部の砂中温度
●スナガニが見つかった穴；○見つからなかった穴

要約

1. 2017 年 6 月 7 日から 30 日、石川県の 50 ヶ所の砂

浜海岸におけるスナガニの生息状況と海岸の概況を調査した。

2. 各海岸の前浜後方帯を中心に、基本的には幅 3 m または 6 m、長さ 50 m または 100 m (面積 300 m²) に含まれる穴を数え、生息密度の高低を推測した。

3. 石川県の全海岸と調査場所を世界測地系 3 次メッシュに対応させ、スナガニが生息している海岸を含むメッシュ数、各メッシュにおけるスナガニの穴密度を求め、生息状況の数値化を試みた。

4. スナガニの穴を試掘し、採集を試みた。掘る深さは最大約 60 cm までに決め、スナガニが見つかった表砂からの距離、底部と表砂の温度(°C)を測定した。

5. スナガニの穴密度が 0.5 / m² を超えると穴が多い (= 生息量が多い) と観察された。穴密度が約 1.0 / m² を越え、前浜の傾斜が緩やかで奥行きが 20 m 以上の海岸は増穂ヶ浦と千鳥ヶ浜、そして今浜から高松までのかほく海岸であり、能登半島南部から加賀北部の西海岸に集中していた。

6. 千里浜から今浜までの「千里浜なぎさドライブウェイ」区間ではスナガニの穴は全く見つからなかった。また、高松から大崎の間は砂浜が随所で消失して生息地が分断され、穴密度も低かった。

7. 内灘海岸では砂浜の拡大が起こり、利用が増えるに伴い、砂浜への車両の乗り入れが増加しているようである。砂浜の管理と利用について検討する必要がある。

8. 大泊から鶴飼にかけての能登半島の東海岸には、穴密度の高い海岸が点在しているが、これらは砂浜の傾斜が強く、奥行きが 20 m に満たない狭い海岸である。

9. 能登半島の北海岸の砂浜は、穴密度が相対的に

低くて砂の粒度も粗く、しかも植生帯が形成されている場所は少なかった。また、加賀市の塩屋と片野も良く似た生息状況であった。

10. 金沢市専光寺から手取川までは、離岸堤や潜堤の設置が進み、護岸海岸が続いている。場所によってはスナガニの生息に適した砂の堆積が進んでいる。手取川から尼御前岬までは、海岸浸食が激しいので護岸海岸が続き、一部に礫浜やこぶし大の石と砂が混じる海岸があるが、スナガニの生息に適した海岸はほぼないと判断された。
11. かほく市高松には植生帯は全くなく、後背は護岸が整備されているので、植生帯の存在がスナガニの生育密度を高くする条件ではなさそうである。波打ち際の動物量、河川の存在や漂着物の多少など、様々な環境要因が絡み合い、本種の生育密度に影響しているものと考えられる。
12. 石川県の全海岸のメッシュ数は 746、スナガニが生息できる砂浜を持つ 3 次メッシュは 151 メッシュ (20.2 %)となった。この内、穴密度が $0.5/\text{m}^2$ を超えたのは 50 メッシュ (33.1 %)となるが、石川県の全海岸でみると 6.7 %に留まった。
13. 穴の試掘は 169 回で、スナガニ 74 個体が発見され、発見率は 43.8%であった。穴の深さの平均値は 35.4 cm、前浜の傾斜が強くて砂の粒度が粗い海岸で深く、傾斜が緩くて砂が細かい海岸で浅い傾向が認められた。
14. スナガニの掘る穴と砂表に並べる砂団子に、それぞれ 2 種類あることが観察された。前浜後方帯付近で掘る穴は相対的に深く、穴口には掘った砂を大きめの砂団子にして積み上げる。潮が引いた干出帯付近で観察できる第 2 の穴は相対的に浅く、穴口の周辺には長径が 0.5 cm に満たない、小さい砂団子が並べられる。
15. 日中に干出帯で採餌しているスナガニを観察して

いると、第 2 の浅い穴は採餌の際の安全を確保する緊急避難の隠れ穴と考えられる。また、第 2 の丸くて小さい砂団子は食痕である。

16. 石川県のスナガニは甲幅が 16 mm を超えると腹節の形態で雌雄の識別が可能となる。そして、メスは甲幅 20 mm を超た個体が成熟脱皮を行い、成熟することが推察される。メスのほうがオスより大型に成長する。本県における繁殖期は 7-8 月の 2 ヶ月間で、産卵は 1 回/年であると推察できる。
17. スナガニは砂中の穴の中で脱皮するようである。また飼育観察によると、繁殖期の 7-8 月を挟んでその前後に少なくとも各 1 回、脱皮していると考えられる。
18. 表砂と穴底部の温度は弱い正の相関が認められた。穴底部の温度較差が小さく、温度は安定していた。そして、砂中温度が約 28 °C を超える穴から見つかるスナガニは少なかった。

謝辞

スナガニの調査に当たり貴重なご指導・ご助言をいただいた故矢島孝昭金沢大学名誉教授に感謝申し上げます。また、本稿の校閲をいただいた日本海甲殻類研究会会長 本尾洋博士に感謝申し上げます。

引用文献

- 服部昌太郎, 1987. 海岸工学. コロナ社, pp.8-9.
- 東出幸真, 2017. 住民参加によるスナガニ調査の試み. 能登の海中林(48): 6p.
- 環境省, 2006. 第7回自然環境保全基礎調査, 生物多様性調査種の多様性調査(石川県-能登地域) 報告書. 環境省自然保護局, 生物多様性センター, 36 pp. +資料編.

- 環境省, 2007. 第7回自然環境保全基礎調査, 生物多様性調査種の多様性調査(石川県)報告書, 石川県の砂浜海岸における生態学的基礎調査(能登地域), 第 I 章. 環境省自然保護局, 生物多様性センター, pp. 1-55.
- 三宅貞祥, 1983. 原色日本大型甲殻類図鑑(II). 277 pp., 保育社, 大阪.
- のと海洋ふれあいセンター, 2015. のと海洋ふれあいセンター年次報告, II -石川県の砂浜海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告(20):32-42.
- 坂井恵一, 2017a. 能登の砂浜海岸におけるスナガニの生息状況. 能登の海中林(47):2-5.
- 坂井恵一, 2017b. スナガニと戯れる? いしかわ自然史(72):4 p.
- 坂井恵一・又多政博, 2017. 能登半島の砂浜海岸におけるスナガニ *Ocypode stimpsoni* の生息状況(予報). のと海洋ふれあいセンター研究報告(22):11-20.
- 鈴木庄一郎, 1979. 山形県海産無脊椎動物. 370 pp+22 pls., 中央印刷, 山形市.
- 高木政喜, 1991. 第4章 海岸、池沼、河川の植物, pp. 98-102. in 石川植物の会編, 石川の自然—植物. 橋本確文堂企画出版室, 金沢市.
- 矢島孝昭, 1983. III 砂浜性潮間帯, pp.45-107. in 石川県潮間帯研究会編, 石川県の潮間帯—生物の現状と人為的攪乱について—. 石川県環境部自然保護課, 金沢市.
- 矢島孝昭・又多政博・岡本武, 1998. 第6章 砂浜域の海産動物の生息・分布状況と人為的攪乱, pp. 64-77. in 能登自然史調査研究会編, 石川の自然環境シリーズ, 石川県の浅海域の生物. 石川県環境安全部自然保護課, 金沢市.

ビオトープを利用したアカテガニの生態学的研究

近藤薫平¹⁾・小曾正造²⁾・谷内孝治²⁾・又多政博²⁾・関口俊男²⁾・村上隆也³⁾・
柳井清治³⁾・浦田慎^{2,4)}・木下靖子^{2,4)}・鈴木信雄^{1,2,4)}

¹⁾金沢大学理工学域自然システム学類, 石川県金沢市角間町(〒920-1192)

²⁾金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設, 石川県鳳珠郡能登町小木ム4-1(〒927-0553)

³⁾石川県立大学環境科学科, 石川県野々市市末松 1-308(〒921-8836)

⁴⁾一般社団法人能登里海教育研究所, 石川県鳳珠郡能登町小木 34-11(〒927-0553)

Ecological studies of red-clawed crab *Chiromantes haematocheir* (DE HAAN) using a biotope

Kumpei KONDO¹⁾, Shouzo OGISO²⁾, Koji YACHIGUCHI²⁾, Masahiro MATADA²⁾, Toshio SEKIGUCHI²⁾,
Takaya MURAKAMI³⁾, Seiji YANAI³⁾, Makoto URATA^{2,4)}, Yasuko KINOSHITA^{2,4)}, Nobuo SUZUKI^{1,2,4)}

¹⁾School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kakuma,
Kanazawa, Ishikawa 920-1192, Japan

²⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University,
Mu-4-1, Ogi, Noto, Ishikawa 927-0553, Japan

³⁾Department of Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University, 1-308, Suematsu, Nonoishi,
Ishikawa 921-8836, Japan

⁴⁾Institute of Noto SATOUMI Education Research, 34-11, Ogi, Noto, Ishikawa 927-0553, Japan

Abstract

We created a biotope to investigate the ecology of the red-clawed crab in fallow rice fields. The work of creating a biotope was started in February 2017 and completed in March 2017. The biotope is 50 m long and 3 m wide, where two small ponds were connected to the seashore by digging a ditch. After that, we could observe frogs, birds, and aquatic insects attracted into the biotope. In May 2017, we were able to confirm the appearance of red-clawed crabs inside our biotope. At the end of August, when an open marine course for university students was held, we ecologically investigated our biotope. As a result, about a hundred crabs were found around the biotope. The large individuals were distributed around the pond on the upstream section, while small individuals were distributed along the seashore. Observation using time-lapse cameras shows that the emerging population rapidly increased from around 18:00 after sunset. It decreased gradually from 0:00, and then decreased sharply from around 5:30 after sunrise. From 9:00 to 14:00, we could hardly confirm any individuals. Juvenile crabs usually inhabited the earth fill with nest holes among the reeds. Furthermore, during our surveyed periods (from early to mid-November), no migration of juvenile crabs from the estuary to the upstream occurred. Judging from our achievement of an open marine course for university students, we strongly believe that red-clawed crabs are a very excellent educational resource that shows the linkage between the forest and the sea. We also think that it can be applied to teaching oceanic education for elementary and junior high school students as well as university students.

はじめに

アカテガニ *Chiromantes haematocheir* (DE HAAN) は、十脚目ベンケイガニ科に分類されるカニの一種であり、日本では本州から南西諸島までに分布し、海岸や川辺に多く生息する。アカテガニは陸上生活に高度に適応しているが、成長過程(ゾエア期からメガロパ期を経て稚ガニまでの過程)において、一時的に海中で生活しなければならない。太平洋側に生息するアカテガニは、大潮(満月あるいは新月)の夜、満潮の時間に合わせてメスが海岸に集合してゾエア幼生を放出する(橋本, 1965; SAIGUSA and HIDAKA, 1978; 矢部・岸, 2001)。しかし日本海は潮位の差が太平洋側と比較して少ないことから、佐渡に生息するアカテガニは、大潮と放仔との関係が明確ではない可能性を示す結果が報告されている(北見・本間, 1981)。能登半島にもアカテガニが生息しており、石川県能登町の九十九湾は溺れ谷の地形をしており(図 1)、海岸線が長く、海のすぐそばに森林が分布している。陸(森林)を生活の場としているアカテガニにとって、九十九湾は最適の環境であるといえる。

以上のような背景に基づき、本研究では、アカテガニの生態を詳細に調べることを目的として、1) 九十九湾に面した休耕田を利用して、ビオトープを造成した。次に、2) ビオトープに生息するアカテガニ類を場所ごとに捕獲調査を行うとともに、タイムラプスにより撮影して、アカテガニの時間的な行動パターンを観察した。さらに 7-8 月に海水中に放出されたゾエアがビオトープ周辺に着底して稚ガニに育ったのかについても調べるために、3) ビオトープ周辺の稚ガニの調査を行った。



図 1 九十九湾の航空写真 矢印は、金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設を示す

材料と方法

1) ビオトープの造成

金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設の敷地に隣接して少なくとも 40 年以上利用され

ていない休耕田がある(図 2)。休耕田は長さ約 65 m、幅約 30 m あり、周囲をシロダモ、タブノキ、ヒサカキ、スギの生い茂る斜面に囲まれ、北東方向のみが九十九湾に面している。西側の斜面際に井戸があり、当施設が設立された当時は、この井戸から生活用

水を引いて利用していたらしい。井戸のすぐ横に少量だが水の湧き出ている場所(以下、湧水部)があり、そのすぐ下流には小さな湿地状の池がある。これまでに、この休耕田近くの道路で多くのアカテガニを確認していることから、休耕田を多数のアカテガニが利用していると予想し、この湧水部から海までの約 50 m をビオトープ造成地とした。

ビオトープ造成地の休耕田は夏には高さ 2 m 近いヨシに全面を覆われ、斜面は草木が生い茂り、立ち入ることが難しくなる。しかし、冬に枯れたヨシなどが雪によって押し倒され、春には比較的出入りが容易になるため、2017 年 2 月から造成作業を開始した。

湿地状の池の下流から海までの地面はヨシなどの枯草に一面覆われており、水がどこを流れているのかわからなかった。枯草を足で踏みつけたり、除去したりして、水の流れる位置を河口から順に確認した。次に水が流れているところを横断するヨシやクズなどの根を鎌で切断していき、続いて四本鍬で土を掘って、河口に、深さ 30 cm、幅 30 cm の水路と高さ 20 cm、幅 30 cm の土手を作った(図 3A)。湿地状の池は底を掘って水深を深くし、面積も広くした(以下、上流池)(図 3B)。上流池から河口までの中央付近にも湿地状の場所があったため、掘って池にした(以下、中流池)(図 3C)。作業には大きな労力を要したが、元々田んぼだったことから、石や岩が埋まっ

ていることがほとんどなく、掘削作業は思っていたより捗り(延べ 9 名、作業時間 34 時間)、長さ 50 m、幅 3 m のビオトープ造成作業は、概ね 2017 年 3 月に終了した。

その後、2017 年 8 月 28 日から 30 日に公開臨海実習「アカテガニに着目した海岸環境の保全に関する実習」が開講された。この実習の中で、大学生によるビオトープ整備が行われ、スコップ、まがり鎌、鍬、四本鍬を使って作業し、水路全体が広がり、深くなった(上流域:図 3D;中流域:図 3E)。河口部はメガロバ幼生の着底や稚ガニの上陸が起こりやすいように満潮時や波で海水が入り込む高さまで掘削した(図 3F)。参加した学生は 15 人で 5 人ずつ 3 班に分け、2 時間半かけて作業を行い作業時間は延べ約 30 時間であった。

2) アカテガニ類の生態行動観察

ビオトープ周辺に生息するアカテガニ類の生息数を明らかにするため、区間を 3 つに分け、約 15 m 区間ごとに水路や池の周辺に生息するすべてのカニを捕まえ、バケツに集めて電動ノギスにより、種類、雌雄、甲幅を計測した。計測後、カニは同じ区間に戻した。次にビオトープに集まるアカテガニの生態行動を観察するために、タイムラプス Acorncamera 社製 Ltl Acorn 5210B を用いて定点観測を行った。

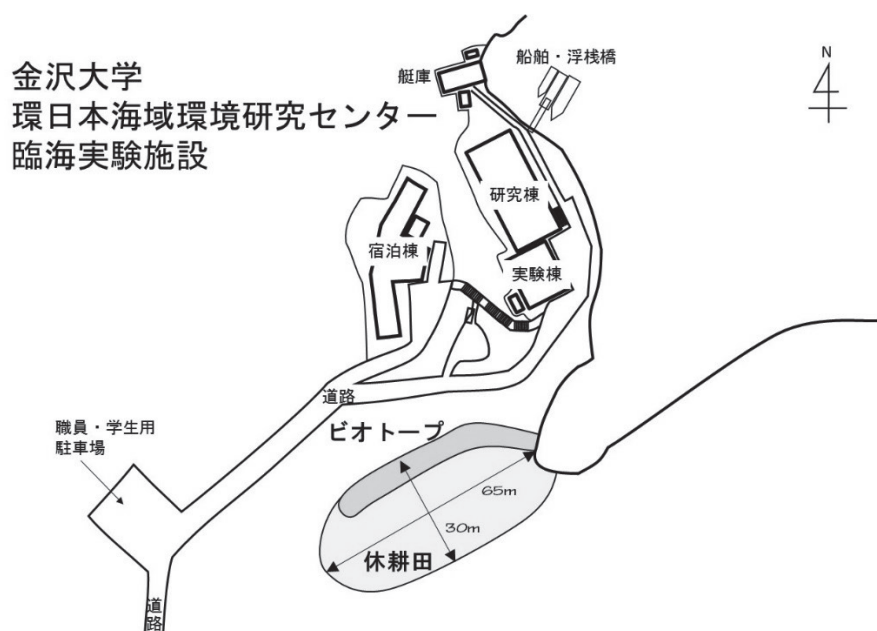


図 2 ビオトープ及び休耕田の見取り図



図 3 ビオトープの造成

- A:河口部(2017 年 3 月 29 日撮影)
- B:上流池(2017 年 3 月 29 日撮影)
- C:中流池(2017 年 3 月 29 日撮影)
- D:上流域(2017 年 8 月 29 日撮影)
- E:中流域(2017 年 8 月 29 日撮影)
- F:河口域(2017 年 9 月 11 日撮影)

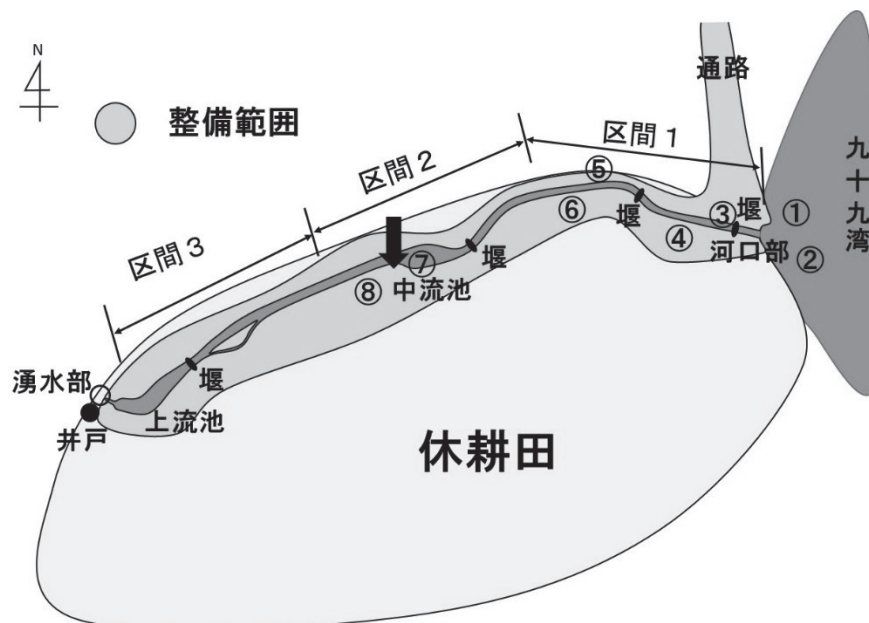


図 4 タイムラプスの定点観察地点(矢印)、稚ガニのサンプリングポイント(①～⑧)及びアカテガニ類を調査した区間 (1 から 3)

それぞれの区間及びタイムラプスで行動観察をした地点を図 4 に示す。ビオトープにはアカテガニと同属のクロベンケイガニも生息しており、写真で種を確実に同定することが難しいため、アカテガニ類として、8 月 30 日 11 時 22 分から 9 月 26 日 17 時 1 分まで、5 分間隔で撮影を行い、アカテガニ類の出現頻度をカウントした。

3) ビオトープ周辺の稚ガニの調査

ビオトープ周辺の稚ガニの生息状況を調べるために、11 月 1 日及び 11 月 14 日に 15 cm の方形枠(深さ 10 cm)の中にいる稚ガニの数を調べた。図 4 に調査した地点を示す。11 月 1 日には①～④のサンプリングを行い、⑤～⑧は、11 月 14 日に実施した。

結果と考察

1) 造成したビオトープの経過観察

ビオトープ造成を開始した当時は池、水路とも水が豊富にあったが、3 月に晴れの日が続くと上流池以外の水が干上がることがあった。中流池を深くし、堰を増やしてからは中流池も干上がらなくなったが、水路は時々干上がっていた。2017 年 4 月下旬から草刈

りに追われた。特にヨシが水路、池、陸上に次々と生えてくるため、2 週間に 1 度は草刈りを行った。

ビオトープ造成前は水中にはヨコエビ類しか見られなかった。上流池を広げ、深くしてからすぐにアメンボ類が見られるようになった。4 月 10 日にはアカガエル類の卵塊を 1 つ確認した。5 月からはアカテガニも多数確認できるようになり、しばしば池や水路内で脱皮殻が観察された。6 月下旬には上流池の上方にモリアオガエルの卵塊が 3 つ確認でき、それ以降 8 月上旬まで池の中に多数のオタマジャクシが確認できた。鳥類ではサギ類とカワセミを確認している。多くのトンボが飛来しているため、今後はヤゴが確認できるかもしれない。近隣に生息している小型のゲンゴロウ類やガムシ類などの水棲昆虫の飛来やクロサンショウウオの産卵が予測される。ビオトープの河口周辺にはアマモやコアマモ、スゲアマモが生育しており、クロダイやキュウセンなどを見ることができた。

以上のことから、造成したビオトープに多くの動物が集まってきていることがわかる。

2) アカテガニの分布と行動観察

実習に参加した学生が 3 班に分かれ、ビオトープ周辺に生息するすべてのカニ類を 3 つの区画に分けて捕獲し、その甲幅を測定した結果を図 5 に示す。

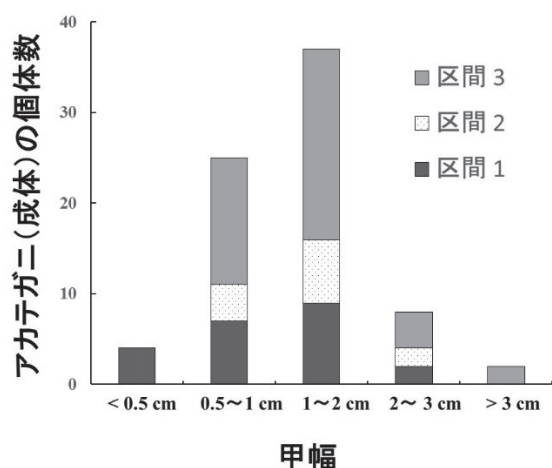


図 5 ビオトープ周辺の区間ごとに捕獲されたアカテガニ(成体)のサイズ分布

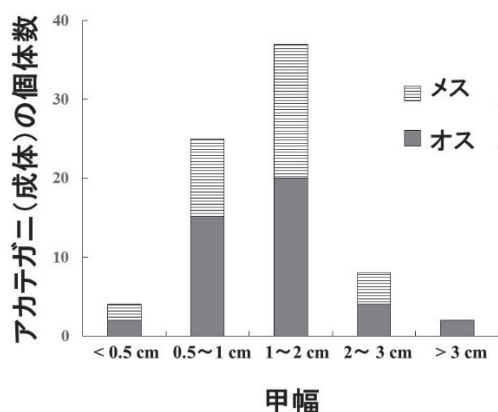


図 6 ビオトープ周辺で捕獲されたアカテガニ(成体)の雌雄別のサイズ分布

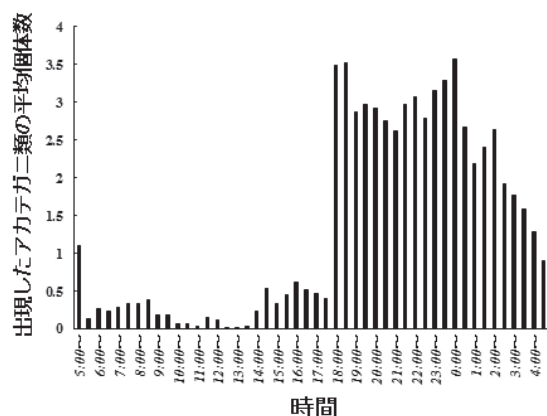


図 7 アカテガニ類の出現頻度(8月30日から9月26日)

全捕獲数は 85 個体で、アカテガニが約 9 割(76 個体)、そしてクロベンケイガニが 1 割(9 個体)捕獲された。最もアカテガニの個体数が多かったのは最上流の区間 3 で 41 個体、次に河口の区間 1 (22 個体)、そしてその中間部の区間 2 (13 個体)であった。特に、上流の池周辺に多くのアカテガニが生息していた。次にそのサイズ分布をみると、河口に近い部分には小さい個体が多く、上流に行くに従い大きい個体が生息する傾向がみられた。またアカテガニの雌雄別の大きさを示したのが図 6 である。76 個体のうち、オスは 43 個体、メスは 33 個体であり、オスが 2 割程度多い。しかしサイズによるばらつきはなく、どのサイズにも同じような割合で分布していた。ただ 3 cm を超える大型の個体には、オスが多かった。

アカテガニ類の時間別の出現頻度を図 7 に示す。18:00 頃から急激に出現個体数が増加した。0:00 から徐々に出現個体は減り、5:30 頃から急激に減少した。9:00~14:00 にかけて、出現個体は殆ど確認できなかった。

2017 年 9 月 18~26 日における日の入り時刻は 17:50 前後、日の出時刻は 5:40 前後であり、日没後に活動を開始するという図 7 のアカテガニ類の出現頻度と対応していた。アカテガニの放仔行動は、日没後 25 分で最大になり、その前後 29 分(日没前 4 分から日没後 53 分)に 95%が放仔を終えることが報告されている(矢部・岸, 2001)。矢部・岸(2001)の報告は、太平洋側のアカテガニの行動であるが、本研究の結果と一致している。したがって、放仔行動は太平洋側同様に日本海側でも、日没が引き金となっている可能性が高い。佐渡島のクサフグの産卵の場合には、日没の光量変化に関係していることが示唆されており(本間・北見, 1980; HONMA et al., 1980)、アカテガニにおいてもクサフグと同じような生理機構により、放仔行動が誘引されている可能性が高い。また気温が高い日中は出現しても巣から離れず短時間しか現れなかったことから、基本的には活動せず巣穴に籠っていると推測される。一方、夜間は活動する範囲と頻度が大幅に増えており、夜行性動物の特性が見受けられた。

3) ビオトープ周辺の稚ガニの調査

ビオトープにおける各地点の稚ガニの個体数を図 8 に示す。地点①及び③には稚ガニ(図 9)は多く生息していた(地点①:31 個体;地点③:33 個体)。地点⑤～⑧には、今回調べた方形枠内には稚ガニは生息していなかった。

地点①～④から稚ガニは水路に面していて、巣穴とヨシがある壁面に多く存在していた。地点⑤～⑧で稚ガニは生息していなかったため、11 月上旬、中旬では河口部から上流部への稚ガニの移動は起こっていないと推測できる。

九十九湾のビオトープ以外において、アカテガニが多数生息し、放仔活動が頻繁に行われた場所、アカテガニ成体の生息数が少ない場所においても稚ガニの生息数を調べた結果、放仔が盛んに行わ

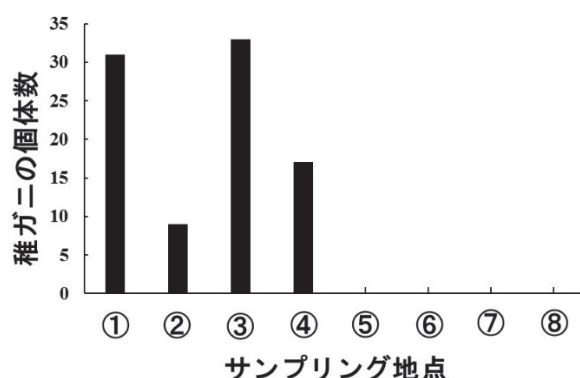


図 8 ビオトープに生息する稚ガニの調査(調査日、①～④:11 月 1 日、⑤～⑧:11 月 14 日)



図 9 ビオトープで採集されたアカテガニの稚ガニ

れている地点には稚ガニが多く存在することが分かった。放仔によって海に放出された幼生のアカテガニ類が、放仔地点に戻ってくる帰巣性があるのではないかと推測される。

4) 海洋教育への応用

2017 年 8 月 28 日から 30 日に公開臨海実習「アカテガニに着目した海岸環境の保全に関する実習」が開講された。この実習は、アカテガニのビオトープの造成を通して環境保全に関する教育を行うことを目的にしている。今回実施した公開臨海実習では、全国から 8 大学、15 名の学生が受講した。受講した学生の中には、理学部の他に工学部所属の学生も参加しており、環境保全という実習への興味・関心の高さがうかがえる。

2007 年に海洋基本法が制定され、海洋の開発及び利用と海洋環境の保全との調和、海洋の安全の確保、海洋に関する科学的知見の充実、海洋産業の健全な発展、海洋の総合的管理、海洋に関する国際的協調について規定されている。さらに、2013 年の第二次海洋基本計画には、小学校、中学校および高等学校における海洋に関する教育を充実して、体系的につなげる必要性が記載されている。しかしながら、海洋に関する知識を教育する体系的な教育プログラムが乏しいという現状にある。今回実施した公開臨海実習を受講した学生は、海的环境保全に関する関心が高く、ビオトープの造成は重労働であったにもかかわらず、とても熱心に取り組んでいた。アカテガニが住みやすい環境を理解して、その環境を自らの手で造成することができたので、受講生は環境保全という立場から海洋教育を体験できたと思われる。

一方、一般社団法人能登里海教育研究所では、小学生及び中学生の海洋教育を実施している。これまで、海の動物の観察をしてきたが、陸ガニであるアカテガニについては、ビオトープがなかったことから、教材として用いていなかった。アカテガニには森と海の両方が必要であり、能登半島の九十九湾は、溺れ谷の地形をしていることから(図 1)、アカテガニには最適な環境にあると考えられる。森と海との必要

性を教育するには、今回造成したビオトープは、非常に優れた教材である。

であり、大学生のみならず小・中学生の海洋教育にも適用可能な教材である。

要約

1. 休耕田を利用してアカテガニの生態を調べるためのビオトープの造成を行った。
2. ビオトープ造成作業は 2017 年 2 月から造成作業を開始して、概ね 2017 年 3 月に終了した。その後、ビオトープに集まる動物を観察した結果、両生類のモリアオガエル、鳥類のサギ類とカワセミを確認した。また多くのトンボが飛来しており、小型のゲンゴロウ類やガムシ類などの水棲昆虫も確認できた。さらに 5 月からは、アカテガニも多数確認できた。
3. 全国から大学生を公募して実施した公開臨海実習が開催された。その実習時(8 月末)にビオトープの調査をした結果、ビオトープ周辺にアカテガニが多く生息しており、大型の個体は上流側の池周辺に分布し、サイズが小さい個体は河口に多く分布していた。タイムラプスにより、アカテガニ類の出現頻度を観察した結果、日没後 18:00 頃から急激に出現個体数が増加した。0:00 から徐々に出現個体は減り、日の出後 5:30 頃から急激に減少した。9:00~14:00 にかけて、出現個体は殆ど確認できなかった。
4. 地点①~④から稚ガニは水路に面していて、巣穴とヨシがある壁面に多く生息していた。地点⑤~⑧で稚ガニは生息していなかったため、少なくとも今回調査した 11 月上旬から中旬では河口部から上流部への稚ガニの移動は起こっていないと推測できる。
5. アカテガニは森と海をつなぐ非常に優れた教材

謝辞

東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所の幸塚久典氏と京急油壺マリンパークの中井武氏にはビオトープを観察させて頂き、多くの助言を頂いた。また、金沢大学環日本海域環境研究センターの塚脇真二氏には九十九湾の航空写真を撮影、提供頂いた。のと海洋ふれあいセンターの坂井恵一氏にも多くの助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。さらに、ビオトープの造成に貢献していただいた公開臨海実習「アカテガニに着目した海岸環境の保全に関する実習」を受講した学生諸君にお礼申し上げます。なお、本研究は日本財団の援助を受けて行われた。ここに、深謝いたします。

参考文献

- 橋本碩, 1965. 河川流域に生息するアカテガニの放卵. 動物学雑誌, 74: 82-87.
- 本間義治・北見健彦, 1980. 佐渡島(日本海)におけるクサフグの産卵習性. 海洋と生物, 2: 168-173.
- HONMA Y., OZAWA T., CHIBA A., 1980. Maturation and spawning behavior of the puffer, *Fugu niphobles*, occurring on the coast of Sado Island in the Sea of Japan (a preliminary report). Jap. J. Ichthyol., 27: 129-138.
- SAIGUSA M., HIDAKA T., 1978. Semilunar rhythm in the zoea-release activity of the land crabs *Sesarma*. Oecologia (Berl.) 37: 163-176.
- 矢部和弘・岸由二, 2001. 小網代におけるアカテガニの放仔行動の時間特性. 慶応義塾大学日吉紀要, 30: 75-82.

スルメイカの食文化と地域教材化

木下靖子¹⁾・浦田 慎¹⁾・小木曾正造²⁾・谷内口孝治¹⁾・又多政博²⁾・鈴木信雄^{1,2)}

¹⁾能登里海教育研究所, 石川県鳳珠郡能登町小木 34-11 (〒927-0553)

²⁾金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設, 石川県鳳珠郡能登町小木ム 4-1 (〒927-0553)

The utility of the squid *Todarodes pacificus* as a teaching material for the education of local food culture

Yasuko KINOSHITA¹⁾, Makoto URATA¹⁾, Shouzo OGISO²⁾, Koji YACHIGUCHI²⁾,
Masahiro MATADA²⁾, Nobuo SUZUKI^{1, 2)}

¹⁾Institute of Noto SATOUMI Education and Studies, 34-11, Ogi, Noto, Ishikawa 927-0553, Japan

²⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University,
Mu-4-1, Ogi, Noto, Ishikawa 927-0553, Japan

はじめに

軟体動物門イカ類は、日本沿海に広く分布し、その特徴的な形態は誰もが知っている馴染み深い動物である。古くから漁獲され、水産物としても重要である(奈須ら, 2002; 山口, 1957)。

石川県能登半島沿岸においては、一般によるアオリイカ釣り、網あるいは釣りによる組織的なイカ漁が行われている。特に能登町小木においては、同地を基地とする船団が日本海沖から北海道方面まで出漁し、小木のイカ漁獲高は全国第 3 位である(農林水産省, 2015)。イカは地域産業の要となっており、イカの内臓を用いた魚醤の一種である「いしる」は地域の特産品である。一方で、能登町においても過疎化と若者人口の減少により、地域産業の持続性が課題となっている(能登町, 2016)。

学校教育でイカを用いた授業は、大学の専門課程での解剖実習や高校の臨海実習が主であり、初等教育課程ではほとんど行われていない。また、行われる内容は、イカの体の構造の生物学的な説明が中心となっている。「イカの町」である小木地区で開催されている地域イベント「小木港イカす会」では、2013 年度より金沢大学臨海実験施設が一般来場者及び小木小学校 5 年生を対象としたイカ解剖の公開授業を実施している。また、のと海洋ふれあいセンターにおいても、イカの解剖を教育活動に取り入れている(東出, 2012)。

日本では、2007 年制定の海洋基本法および 2013 年策定の海洋基本計画に基づき、現在、海洋教育の推進がなされている。また、能登町創生総合戦略(能登町, 2015)においては、「小中学校で郷土愛を深め、ふるさとに誇りを持てる実践教育として海洋教育の充実を図る」ことが明記され、能登町教育委員会の主導で海洋教育の推進が図られている。先進的な海洋教育のモデルとして、2015 年度より文部科学省の教育課程特例校

の指定を受けた能登町立小木小学校で里海科授業が開始され、2016 年度からは能登町の全小中学校での里海学習が開始されている。里海科の教育目標は「海の豊かな自然と親しむ活動、身近な社会の中での海との繋がりを感じられるような体験活動、海について調べる活動、その保全活動等の体験を通して、海に対する豊かな感受性を培い、海に対する関心を高めるとともに、海洋教育、水産資源、船舶運輸などの海洋と人間の関係および海を通じた世界の人々との結びつきについて理解させ、接続可能な社会の形成者としての資質、能力、態度を養う」こととされており、その実現のために、地域文化の理解につながる、分野横断的なプログラムの試行が進められている。

このような前提のもと、地域のキーワードであるイカについて、教材としてさらに効果的な活用を目指すため、食文化を中心とした地域文化と、季節を通して最も安定的に入手可能な冷凍スルメイカの基礎調査を行った。またこれらの結果から、地域社会と連携した学校教育の可能性について考察した。

材料と方法

冷凍スルメイカ基礎調査

石川県鳳珠郡能登町的小木港で水揚げされた北部日本海産スルメイカの船内一尾凍結品(以下、冷凍イカ)のうち、最も一般的に流通する 20~25 尾入りの規格品 880 箱(約 20,000 個体)から 321 個体を抜き取り、外套長と湿重量、性別、生殖腺の発達、口部の精子囊付着について測定・観察した。イカの各部名称は浜部(1983)によった。

調理法に関する調査

2017 年 1~3 月に、1. 能登町小木地区の住民、2. 小木地区以外の奥能登地域、3. 奥能登地域以外の全国、の 3 つを対象とした、冷凍イカの調理方法に関するアンケートを行った。小木地区以外向けのアンケートは協力希望者を対象とし、小学生以上の就学年代者を対象に、イカに対する意識調査として、知りたいことを 6 項目(イカの種類、イカの育ちかた、イカのからだのしくみ、イカのとりかた、イカの料理のしかた、そのほか)から複数選択・解答させた。また、小木港で水揚げされた冷凍イカを添付し、1. 外食を含む普段のイカの利用状況 2. 冷凍イカ(アンケートに添付)の調理方法 3. 冷凍イカを調理した感想を選択と記述により解答させた(1 及び 2 の選択項目は図 2 参照)。

小木地区の住民を対象にしたアンケートは、小木在住の石崎芳浩氏の助言を得て作成し、図 3 に示す 15 の調理法について、4 段階(1. 知らない、2. 知ってい

るが食べたことがない、3. 食べることはあるが自分で調理したことはない、4. 自分で調理する)で調査した。本アンケートは小木地区(小木・市之瀬・越坂)の全戸 851 世帯に配布した。

また、2017 年 12 月に能登町小木地区の住民(30~80 代の女性 24 名)に、自宅におけるイカの調理方法についての聞き取り調査を行った。調査した場所は、小木地区の鮮魚店、商店、公民館である。

結果と考察

■冷凍スルメイカ基礎調査

外套長は 21.8~32.0 cm で、平均は約 25.1 cm(オス 24.4 cm, メス 25.4 cm)であった。湿重量は平均体重 341.2 g、性別はオス 98 個体、メス 218 個体、不明 5 個体で性成熟度は約 98.5 %、性比はオス:メスが約 1:2 であった。解剖の結果、オス全体の 91 %の個体で体内の精包が認められ、メスの 62 %の個体とオスの 2 個体で口部周域に精子囊(貯精囊)が認められた。

スルメイカは性成熟後の交接期にオスがメスの口部に精包を付着させ、産卵期にメスは貯蔵してあったこの精子を用いて卵を受精させる(浜部, 1983)。今回の結果から、一般的に流通する冷凍イカは、性成熟後の交接期にあり、極端な性比の偏りもないことから、体の構造だけでなく生殖に関わる特徴が観察可能であることが確認された。学習活動では、これらの要点をイカの回遊・成長と関連付けることにより、水産資源としてのイ

カの理解がより深まると考えられる。

■就学年代者のイカに対する意識調査

小学生以上の就学年代者を対象とした意識調査には 45 件の回答があった。結果は図 1 に示す通りで、イカの育ち方と体の構造に関する興味が高く、これに次いで調理法への関心が高いことが示された。その他の回答としては、寿命について、雌雄の区別方法、エサの種類があった。

■冷凍イカの利用と調理方法(奥能登地区以外)

奥能登地域以外の在住者に対して行ったアンケートでは、20～80 代の 51 名から回答を得た。小木以外の奥能登地域からの回答者は 2 名のみであったため、今回の解析からは除外した。回答者の在住都道府県は、北海道、東京都、神奈川県、長野県、愛知県、富山県、

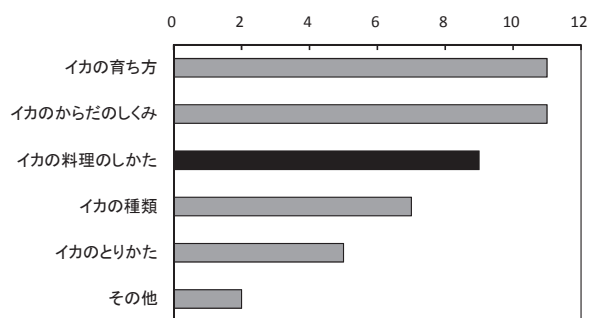


図 1 就学年代者のイカに対する興味・関心(単位: 回答数)

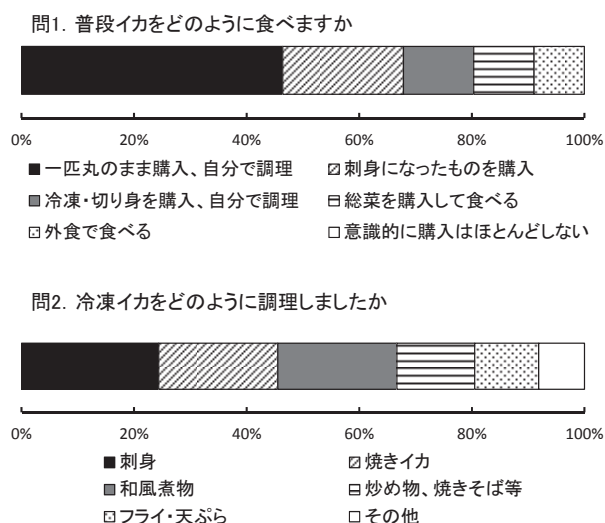


図 2 冷凍イカの利用と調理法(奥能登在住者以外)

大阪府、広島県、兵庫県、石川県(奥能登以外)であった。

「普段イカをどのように食べているか」という設問への回答は、「意識的にイカを購入することはほとんどない」と答えたものはおらず、「一匹丸のまま入手して、自分で調理する」(26 名)が回答者中もっとも多く、「刺身になったものを購入する」(12 名)、「内臓等を除いた生や冷凍の切り身を購入して、自分で調理する(シーフードミックス等を含む)」(7 名)、「フライ、煮物等、調理済みのものを惣菜店等で購入する」(6 名)、「レストラン・食堂や売店等で料理として注文する」(5 名)となった(図 2)。普段、刺身を含め、生・冷凍等の状態でイカを食材として購入すると答えた人は 8 割であった。今回アンケートとともに添付した小木産の冷凍イカについて、「どのように調理したか(複数回答可)」という設問に対しては、「刺身」(30 名)がもっとも多く、続いて「焼キイカ」(26 名)、「和風煮物」(26 名)、「炒め物、焼きそば等」(17 名)、「フライ、天ぷら」(14 名)、「その他」(10 名)となった(図 2)。その他には、「塩辛」(4 名)、「酢の物」(3 名)等があった。調理した感想(自由記述)については、記述があった 44 名のうち 86 %にあたる 38 名が新鮮さや食感の良さ、甘味などを含めた「おいしさ」について言及していた。

「スーパーで買うものよりもイカの皮が簡単にむけた。新鮮だった」、「初めてイカをさばきました。思っていたよりも簡単にさばきました」、「冷凍イカは自分で調理して食べる事はなかったけど解凍も簡単にでき、お刺身がおいしかったです」、「普段冷凍イカを購入し調理した経験はないが、試してみると簡単に新鮮だった」、「半解凍して、さばくのがとても簡単でした」、「普段あまり自分で調理してイカをいただくことはなかったので、まず調理することがおもしろく、焼きあがったイカはとても美味しかったです」という感想があった。「(調理作業が)簡単」と言及したものは 9 名(20 %)であった。

一方で、「普段は、イカを調理することがありませんので、イカの処理方法や手順などのガイドラインを同封していただければよいと思いました」、「刺身にするのはこわかったのでやめました。どれ位の期間だったらいいいのかわからなかったので」、「さしみがむずかしかった」など、冷凍イカの食べ方について、わからない点や難しさなどを指摘するものが 5 名(11 %)あった。

これらの結果から、冷凍イカは、普段調理することがない人にとっても比較的簡単に扱える一方で、扱い方に関する戸惑いを感じる場合もあることがわかった。

■小木地区のイカの利用と調理方法

冷凍イカの水揚げ港のある小木地区において、イカの調理方法についてのアンケートを配布したところ、160 名から回答を得た(図 3)。回答率は 18.8 %であった。以下各調理法の結果について、小木地区の人たちから聞き取った話と引用文献をもとに記述する。

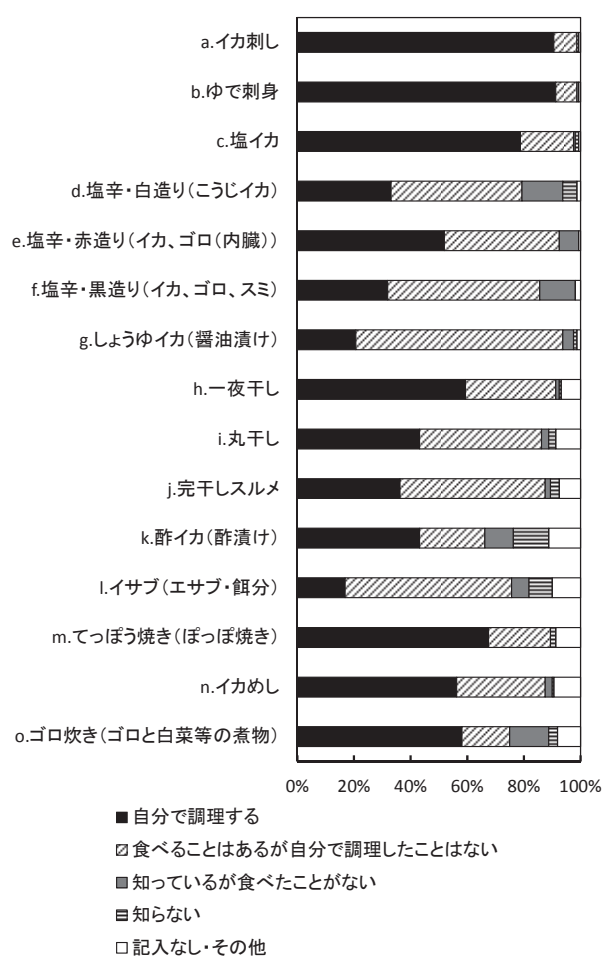


図 3 能登町小木地区におけるイカの利用と調理法

【刺身類(a, b)・塩辛(d, e, f)】

イカの刺身、ゆで刺身については、約 9 割の人が「自分でつくる」としていた。塩辛については、赤造りが「自分でつくる」とする人が約 5 割にのぼり、白造り、黒

造りについては約 3 割の人が「自分でつくる」としていた。どの塩辛についても、「自分でつくらないが食べる」は約 5 割であった。赤造りは、生のイカの身を切ったものをゴロと呼ばれるイカの肝臓であえて1週間ほど置き発酵させたもので、塩辛の中ではもっとも作られているものといえる。白造りはイカに米糍を混ぜたものであり、赤造りに比べると味が甘く感じられ、人によって好みが変われるという。黒造りは、赤造りを作る工程の最後にスミを加えたものである。スルメイカが持つスミは少量のため、黒造りを作るには、イカ数杯分のスミを集めなければならない、他の塩辛に比べて手間がかかるという。

調理方法について聞き取りをした小木地区在住の女性 24 名中、8 名(33.3 %)が塩辛を家で作っているという話をした。塩辛づくりはもっぱら夫が作ると話す人は 2 名、作り方はよくわかっており、昔は作っていたが現在は食べる人がいないことや、塩分を控えたいためには作らなくなったと答える人は、9 名(37.5 %)であった。作り方に関しては、イカとゴロの割合、イカの切り方、塩の添付の仕方、イカの干し方、ユズやトウガラシなどの薬味を加えるかどうか、日本酒か蒸留酒を加えるかなど、各家で作り方が異なり、それによって味も異なるということが聞かれた。

【しょうゆイカ(g)・塩イカ(c)】

しょうゆイカと塩イカは、沖(船上)で漬けて作る保存食でもあり、また各家庭で漬けて作るものもある。しょうゆイカは、79 %が「自分で作らないが食べることはある」としており、それに対して塩イカは、79 %が「自分で調理する」と答えている。しょうゆイカは食される頻度は高いが自家製ではなく、一方、塩イカは各家で調理がなされていることがうかがえる。

聞き取りでは、塩イカは家庭でも作ることはできるが、沖(船上)にて塩に漬けたものの方がおいしいという話があった。「塩が違うからか、船で塩をしてきたイカはおいしい。今年はイカが不漁だったから、塩イカも少ないみたい」(80 代女性)。船で塩漬けされた塩イカは小売店の店頭から買うものではなく、イカ釣り船の人からもらうという話だった。塩イカは、茹でたり焼いたりして食べるという。

【干しイカ(h, i, j)】

干しイカには、一夜干し、丸干し、完干しスルメがある。それぞれの干しイカについて、約 4 割以上の人が家で作って食べていることがわかった。小木地区の住宅の軒先にイカが干してある風景はよく見られるものである。

【料理(k, l, m, n, o)】

酢イカ、イサブ、てっぼう焼き、イカめし、ゴロ炊きについて回答を得た。てっぼう焼き、イカめし、ゴロ炊きについては、「自分で調理する」が 6 割を超えるのに対し、酢イカは 5 割を下回っていた。酢イカは、茹でたイカの胴の部分にキュウリ、ニンジン、ダイコン等、生の野菜をスティック状に切ったものとイカのゲソをキャベツで巻き、詰め込んだのち、合わせ酢に漬けて作る料理であるが、比較的作る人が少ない料理といえる。てっぼう焼きはぽっぽ焼きともいい、イカ飯とともに他県でも見られる料理法である。ゴロ炊きは、イカとイカの肝臓であるゴロとを白菜の漬物などと一緒に炊き合わせる料理である。

イサブは、調理経験者は 16 %と低いが、これに加えた約 75 %が、食べたことがあると答えている。また、「聞いたことはあるが食べない」、「聞いたこともない」が合わせて 16 %と、他のイカの調理方法に比べて割合が高くなっている。

■小木独特の調理方法「イサブ」

イサブとは、漢字では餌分と書き、小木地区では、イサブ、エサブなどと呼ばれる。イサブとは、小木で昭和 35 年頃までおこなわれていたタラ延縄漁のエサに用いたイカの切り身のことを指す。以下、イサブについての説明を守田(1982)より引用する。

小木にしかない冬の味覚で、タラ漁のエサとしてもちいられたイカの残りを塩漬けにしたものである。タラの延縄漁には短冊に切った生イカを釣り針につけて餌とするが、食べ残されたイカは深海でさらされたわけで釣り針からはずして持ち帰る。船主の家ではこれを四斗樽に塩漬けにするが、漁場から持ち帰る度に付け加えてゆくのである。二、三日たてば食

べられるようになり、三月の彼岸までに食べ終わるようにする。鍋にたっぷり湯をわかし、家族で囲んでいさぶを煮ながら食べるのである。湯の中ですぐいさぶがまるまるので、その時が食べ頃で、煮すぎると固くなって味がおちる。この鍋には調味料や野菜は入れない。また、いさぶの漬け汁だけを煮つめると塩辛い卵豆腐のようにゼリー状に固まるが、これは酒の肴にも、熱いごはんのおかずにもおいしい。いさぶは店で売られているわけではなく、船主が乗組員や知人に配るのが慣例であった。余分にあれば近在の農家の農産物と物々交換をした。(『内浦町史第二巻資料編』p. 840)

以上のように、イサブとはタラ延縄漁から発生する副産物の食材であり、商品として購入するものではなかった。イカを釣り餌として海水にさらした上、塩漬けにする保存食でもあった。内浦町史には、小木がタラ漁の主産地だったのは昭和 35 年頃までとある(守田, 1982)。その頃からイサブは各家で食べがたいものとなったのであろう(註 1)。

小木の公民館で話を聞いた 14 名のうち、1945(昭和 20)年頃に生まれた小木出身の人は 10 名で、みなイサブを食べた経験があり、「おいしかった」という記憶を話した。一方、同じ年代生まれであっても小木出身ではない 2 名は、「イサブは名前を聞いたことはあり食べたこともあるが、特に好むものではなかった」と話した。イサブを茹でた汁をイサブ汁と呼び、それをおかずにしたという話が聞かれた。「塩漬けにしたイサブの汁を浅い鍋に入れて弱火にかける。さめるとかたまる。塩汁(しおじる)ともいう。色はうすいピンク色。お粥やごはんといっしょに食べる」(70 代女性)。こういった証言は町史の記述とも一致し、かつて一般的だった小木の食文化が、実際に食す機会がなくなった後も住民の記憶に残されていることが示された。

■地域学習教材としての保存食

今回調査で取り上げた調理品目は、イサブを除き、日本各地でみることができるイカの一般的な調理方法である(奥村, 2009)。これらイカの調理方法は、主に 2 つに分類できる。生のイカをそのまま使うものと、保存

食として加工したのちに、そのまま食したり調理したりするものである。後者は、かつて冷凍・冷蔵が容易でなかった時代に、イカを食糧として保存する技術であった。現在日本では、冷凍・冷蔵保存が各家庭において容易に行えるようになり、かつてのような保存食としての調理方法は必ずしも必要とはされなくなっている。今回行った奥能登地域以外在住者へのアンケートでは、保存食に関する回答は、塩辛と答えた 4 名のみであった。

一方で、能登町小木地区では、こういった保存食を自分で調理するという回答の割合が、塩イカ(79 %)、塩辛(赤造り)(50 %)、一夜干し(59 %)と高かった。イカの水揚げ量が多い小木地区では、冷凍・冷蔵保存が家庭に普及する以前から、こういった保存加工を高頻度で行っていたことから、伝統的な食文化として継承されていると考えられる。聞き取り調査からは、こういった保存食由来の調理方法が、各家庭の調理過程で生まれる独特の旨みや香りといった風味を求めて、今なお残されていることがわかった。しかしながら、健康意識や嗜好性の変化にともない、今は作らなくなったという回答も多く、今後の食文化の継承には課題もあると言える。

就学年代者を対象としたアンケート結果からは、イカの生物学的側面だけでなく、調理方法に対する関心も高いことが示された。地域の食文化には、地域産業の成り立ちや仕組み、それらの変遷をみることができる。地域学習として、保存食を中心としたイカの調理方法を取り上げることは、たんに狭義の食文化を学ぶといった目的だけではなく、保存食がつくられる背景にある、地域の漁業史や食糧の流通史、経済史にも興味を向けさせるものであると考える。今後は地域の食文化を世代別、地域別に詳細に調査、比較することにより、各地域の特異性、及び継承の課題を明らかにするとともに、海洋環境・地理・歴史を含めた分野横断的な教材としてのプログラム化を進めていきたい。

註 1) 近年、かつて小木の人たちが日常的に食したイサブの味を懐かしみ、海洋深層水を用いてイサブを再現し商品化するという取り組みがある。再現されたものを食べたが、昔のイサブと同じ味ではないと話す小木

地区の人もいた。

謝辞

イカの基礎調査をするにあたって、神谷洋志郎氏をはじめ石川県漁業協同組合小木支所のみなさまにご協力いただいた。

アンケートを実施するにあたって、小木区長の北野修氏、内浦商店連盟協同組合会長の石崎芳浩氏、能登町役場の灰谷貴光氏、能登町商工会のみなさまにご協力をいただいた。集計にあたっては関西学院大学学生の藤沼佳那氏、赤尾美咲氏の協力を得た。聞き取り調査では小木公民館をはじめ、小木地区のみなさま、及びアンケートではご回答されたみなさまにご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 浜部基次, 1983. 頭足類, pp.343-361. in 団勝磨・関口晃一・安藤 裕・渡辺浩編, 無脊椎動物の発生, 上. 培風館.
- 東出幸真, 2012. スルメイカを解剖してみよう. のと海洋ふれあいセンター, 能登の海中林 (36): 4-5.
- 守田良子, 1982. 民俗編 食生活, pp.831-851. in 内浦町史編纂専門委員会編, 内浦町史第二巻資料編, 近世・近現代・民俗. 内浦町役場
- 奈須敬二・奥谷喬司・小倉通男, 2002. イカーその生物から消費まで(三訂版). 377 pp. 成山堂書店
- 能登町, 2015. 能登町創生総合戦略 <http://www.town.noto.lg.jp/open/info/0000010199.pdf>
- 能登町, 2016. 能登町過疎地域自立促進計画. <http://www.town.noto.lg.jp/open/info/0000010726.pdf>
- 農林水産省, 2015. 魚種別漁獲量. 農林水産省一わがマチ・わがムラ統計データ. 農林水産省
- 奥村彪生, 2009. いか おいしく食べる知恵 おもしろふしぎ日本の伝統食材 9. 32 pp. 農文協
- 山口和雄, 1957. 日本漁業史. 351 pp, 東京大学出版会

能登九十九湾におけるイソガニ *Hemigrapsus sanguineus* の繁殖について

坂井恵一・橋本達夫

のと海洋ふれあいセンター, 石川県鳳珠郡能登町字越坂 3-47 (〒927-0552)

Notes on the Reproduction of Japanese Shore Crab, *Hemigrapsus sanguineus*, at the Rocky Shore of Tsukumo Bay, Noto Peninsula

Keiichi SAKAI and Tatsuo HASHIMOTO

Noto Marine Center, 3-47 Ossaka, Noto, Ishikawa 927-0552, Japan

はじめに

イソガニ *Hemigrapsus sanguineus* (DE HAAN, 1835) は、のと海洋ふれあいセンターの磯の観察路で最も普通に観察される磯の生きものの一つである。特にカニ類は、磯の波打ち際で活発に動くので児童・生徒でも見つけ易く、捕獲のターゲットになる人気の動物である。磯の観察路周辺では、イソガニとイワガニ、ヒライソガニの 3 種は生息個体数も多く、良く似た体形・体色をしているが、イソガニは甲羅がほぼ四角形で表面にシワが無く、鉗脚に茶色の斑点があることで、上記 2 種から識別できる(坂井, 2013)。

この見つけ易いカニ類についての質問が観察者から良く寄せられる。「オスとメスの見分け方は?」、「産卵期とその大きさは?」などである。ところが、イソガニの繁殖に関する基礎的情報は市販されている図鑑や参考書にもあまり記載されていない(西村・鈴木, 1971; 武田, 1982; 内海, 1983; 三宅, 1983; 和田, 1995)。ましてや、九十九湾に限った繁殖に係るイソガニの情報がないことに気が付いた。これまでの経験で、「甲羅の幅が約 2 cm のメスが 6 月頃から卵を持っている」程度の解説しかできないのが実情であった。そこで今回、磯の観察路の代表的な生き物であるイソガニについて、九十九湾周辺における産卵・抱卵の時期と抱卵期間、メスの成熟する大きさなどについて調査を行ったのでその結果を報告する。



図 1 イソガニのオスの成体, 甲羅が四角張ってシワが無く, 鉗脚に小さい斑点がある(甲幅 22.7 mm, NMCI AR.672)

材料と方法

イソガニの採集は、のと海洋ふれあいセンターの磯の観察路の屋外タッチフィールド内とその周辺の潮上帯から潮下帯(水深約 50 cm まで)で行った(図 2, 3)。調査期間は 2017 年 4 月末から 11 月末までで、その間に計 11 回の採集を行い、各回の採集時間は最長 2 時間とした。

採集に当たっては、潮位の状況に応じて胴付き長靴を使用し、海岸の転石等を移動させてイソガニを探した。採集した個体はその場で腹節の形態によって雄雌を判断し、メスだけを蓋付バケツに収容して研究室に持ち帰り、オスはその場で放流した(図 4)。

研究室では雌雄の再確認を行い、ノギスを使って甲幅(甲羅の幅が最も広い部位)を測定した。4 月 21 日の観察により、メス個体の成熟段階は次の 4 段階



図 2 イソガニの採集場所 のと海洋ふれあいセンターの磯の観察路と屋外タッチフィールド周辺



図 3 調査範囲の概略図(概ね円内がイソガニの採集場所)



図 4 イソガニのオスの成熟個体
(甲幅 31.3 mm, NMCI AR.837)

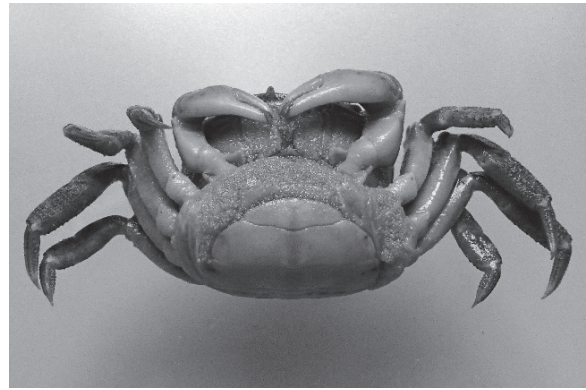


図 5 イソガニのメスの抱卵個体
(甲幅 31.8 mm, NMCI AR.794)

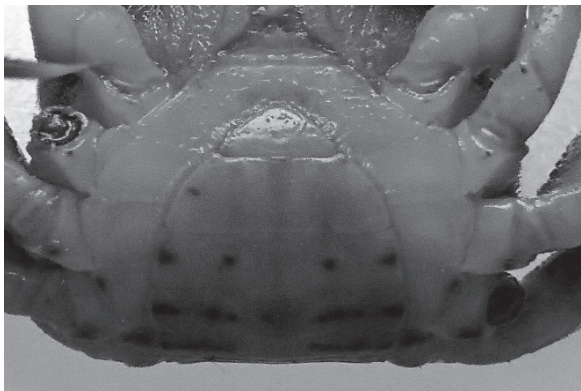


図 6 イソガニのメスの性移行個体
(甲幅 14.5 mm, NMCI AR.795)



図 7 イソガニのメスの未熟個体(甲幅 11.4 mm)

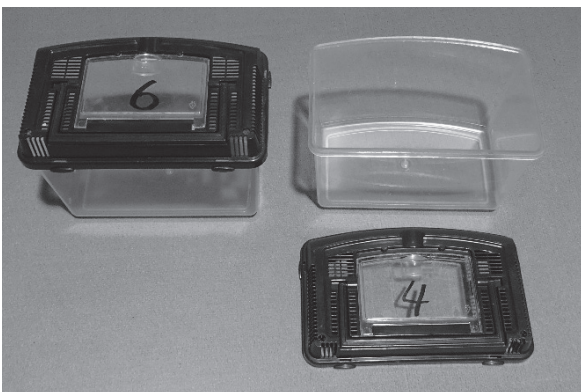


図 8 イソガニの個別飼育に使った飼育ケース

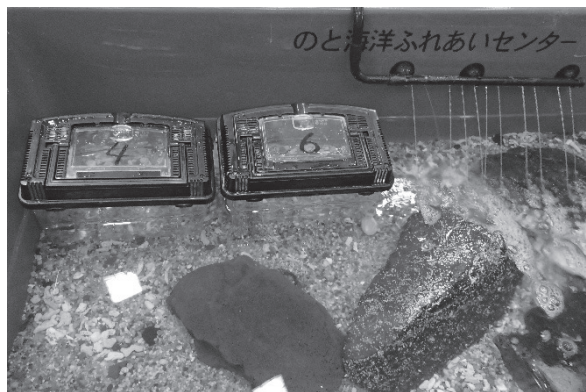


図 9 飼育ケースを収容したカニ類の飼育水槽

に大きく別けられることが分かったので、次の調査からこれらを観察事項に追加した。

- ① 抱卵:腹節に卵を抱えている個体(図 5)
- ② 成熟:腹節の幅が胸部腹甲の幅とほぼ同じで、成熟脱皮を終えている、または一度は産卵を経

験したと思われる個体

- ③ 移行:腹節の幅が胸部腹甲の幅より僅かに狭く、成熟脱皮を終えていないと思われる個体(図 6)
- ④ 未熟:腹節の幅が胸部腹甲の幅より明らかに狭いが、オスより僅かに広い個体(図 7)

抱卵個体は卵の発生程度を記録し、個別に番号を付けた飼育ケース(21 cmW×13 cmL×13 cmH, 図 8)に收容し、カニ類の飼育展示水槽で飼育し、観察した(図 9)。また、5 月 16 日の調査で甲羅の軟らかい、脱皮直後と思われる 2 個体が採集された。そこで以後の調査では甲羅の硬軟の状態も記録することにした。なお、観察・計測の終了後は各個体の甲羅に油性マジックで採集日と個体番号を記入し、採集場所に放した。

結果と考察

九十九湾における繁殖期

最初に抱卵個体が見つかったのは 4 月 21 日で、甲幅 31.8 mm の個体が褐色の卵を持っていた。同日、甲幅 15.7-25.7 mm の 16 個体を採集できたが、抱卵していたのはこの 1 個体だけであった。その後、6 月 7 日と 17 日、7 月 6 日に各 2 個体、そして 10 月 5 日に 1 個体の抱卵メスが見つかった。抱卵個体

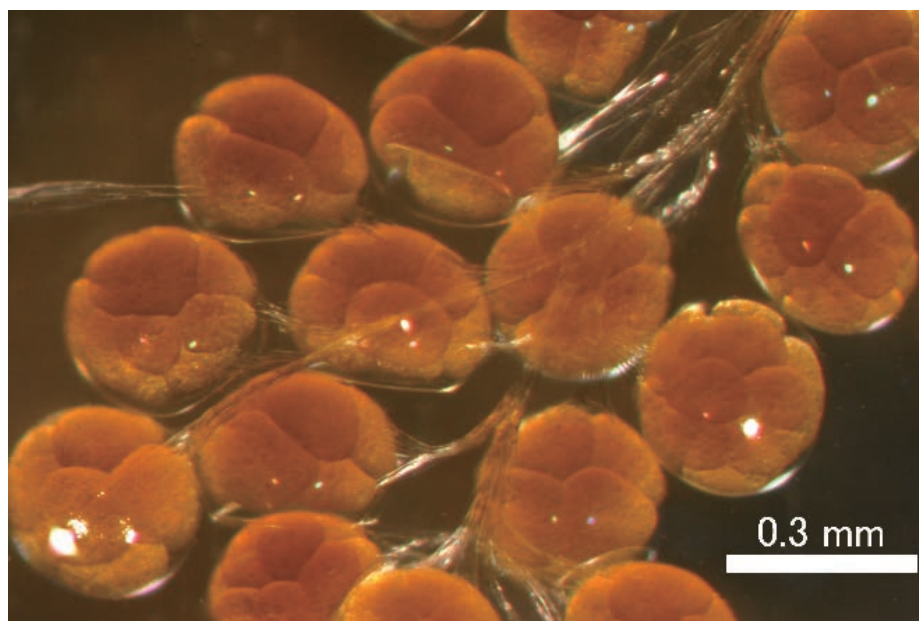


図 10 イソガニの産卵直後の多細胞卵

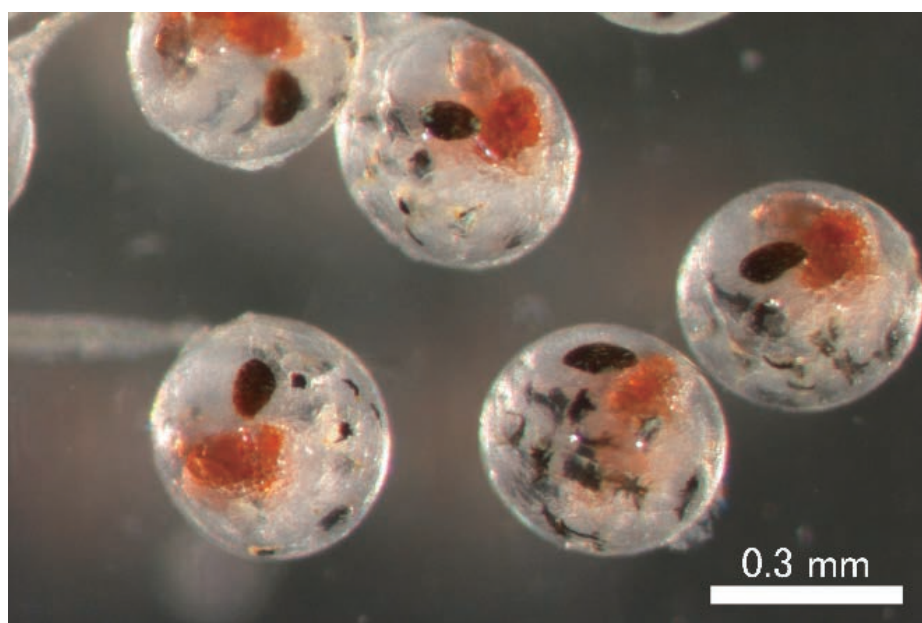


図 11 イソガニの発眼卵

の採集日とその甲幅を表 1 に示す。

九十九湾周辺におけるイソガニの抱卵期は 4 月下旬から 10 月初旬にかけての 6 ヶ月に及ぶことが明らかとなった。また、繁殖に加わる最も小型の抱卵メスは 6 月 17 日に採集された甲幅 17.4 mm であった。

表 1 イソガニの抱卵個体の採集記録(2017 年)

採集日	甲幅(mm)	摘要
4 月 21 日	31.8	未発眼卵、5/2 死亡
6 月 7 日	29.0	発眼卵、6/10 放仔
6 月 7 日	26.4	発眼卵、6/10 放仔・再産卵
6 月 17 日	28.7	未発眼卵、7/3-4 放仔
6 月 17 日	17.4	未発眼卵、7/3-4 放仔
7 月 6 日	34.0	未発眼卵、8/4 放仔
7 月 6 日	26.2	放流
10 月 5 日	23.4	10/10 死亡

産卵について

4 月 21 日に採集された甲幅 31.8 mm の抱卵個体は 5 月 2 日に死亡した(図 5)。

6 月 7 日に採集された幅 29.0 mm と 26.4 mm の抱卵個体は、卵に黒点が認められる発眼卵を持っていた。それらの飼育観察によると、甲幅 29.0 mm の個体は 4 日後の 6 月 11 日朝には卵を抱えていなかったもので、6 月 10 日の夕方から夜間に放仔したものと推察される。

一方、甲幅 26.4 mm の個体は、3 日後の 6 月 10 日の午後 4 時頃に放仔行動が観察された。その後、同じ個体を飼育ケースに収容して観察を続けたところ、6 月 13 日の朝に再抱卵しているのが確認された。産卵は 12 日の夜から 13 日朝までの間に行われたものと判断された。個別飼育なので、オスとの交尾をせずに産卵したことになる。したがって、イソガニも精子を受精嚢で貯蔵し(内田, 1964)、それを使って複数回産卵できるようである。

その後も観察を続けたところ、産卵してから 2、3 日後から 15 日までの約 2 週間、抱えている卵の容積が増す様子が観察された。この個体が 6 月 13 日に抱えていた卵は多細胞の状態(図 10)、卵径は約 0.3 mm であった。同日に飼育していた別個体が

抱卵していた発眼卵の卵径は約 0.4 mm であった(図 11)。したがって、イソガニの卵は発生が進むと同時に大型化することが分かった。そして 20 日後の 7 月 2 日の朝に卵を抱えていなかったことから、7 月 1 日の夕刻から朝までに放仔したものと推察された。

6 月 17 日に採集した甲幅 28.7 mm と 17.4 mm の 2 個体は、いずれも発眼していない卵を抱えていた。両個体とも、前述のような抱えている卵の容積が増す状態が翌日から 7 月 2 日まで観察された。3 日、4 日の観察記録は無いが、5 日の朝に抱卵していないことが観察された。これらの個体は採集してから 17-18 日後の 7 月 3 日から 4 日の間に放仔したものと推察される。これらの観察から、6 月中旬から 7 月初旬の九十九湾周辺におけるイソガニの抱卵期間は凡そ 20 日間であることが明らかとなった。

一方、7 月 6 日に採集した甲幅 34.0 mm の個体も未発眼卵を抱えていた。その後、8 月 5 日の朝に卵を抱えていなかったもので、前日の 8 月 4 日の夕方から夜間に放仔したものと推察された。したがって、抱卵期間は 28 日以上となる。当センターでは 6 月下旬頃から館内の冷房を行っている。また、カニ類の飼育水槽もクーラーを使って水温を 24.0 °C 程度に抑えていた。その影響で抱卵期間が 28 日以上に延長したのかもしれない。

成熟する大きさ(甲幅)について

採集したイソガニは合計 197 個体であった。このうち、抱卵個体が 8、抱卵していない成熟個体が 107、成熟脱皮前の移行個体が 44、未熟個体が 22 であった。これらの調査日ごとの成熟段階別の個体数を表 2 に、その甲幅組成を図 12 に示す。なお、4 月 21 日に採集した抱卵個体を除く 16 個体は、成熟段階の観察は行っていない。

まず、未熟個体は 5 月上旬から 28 日まで観察できたが、6、7 月は観察されず、11 月になって再び観察された。5 月 16 日と 28 日に採集された甲幅 10.0-11.9 mm の 4 個体は腹節の形態では雌雄の判別はできなかったが、実体顕微鏡で生殖門があることを確認し、メスであると判断した。

表 2 採集されたイソガニの調査日ごとの発育段階別の個体数

	抱卵	成熟	移行	未熟	合計
4 月 21 日	1	—	—	—	17
5 月 2-3 日	0	23	9	10	42
5 月 16 日	0	9	7	8	24
5 月 28 日	0	14	7	1	22
6 月 7 日	2	16	4	0	22
6 月 17 日	2	11	3	0	16
7 月 6 日	2	7	1	0	10
7 月 20 日	0	1	1	0	2
10 月 5 日	1	1	0	0	2
11 月 29 日	0	25	12	3	40

九十九湾周辺におけるイソガニは、甲幅 12.0-17.9 mm の大きさになると腹節の幅の拡大が起こり、一部の個体は甲幅 12.0 mm を超えると形態的にメスと判断できる腹節を持つようになる。そして 6 月 17 日に甲幅 17.4 mm の抱卵個体が見つかったことから、甲幅 16.0 mm を超えると早熟な個体は成熟脱皮を行い、そして甲幅 20.0 mm を超えるとほとんどの個体は成熟脱皮を終えて繁殖に加わるものと考えられる。

脱皮に関する情報

脱皮直後と思われる軟殻の個体を成熟、移行、未熟の 3 段階に別け、その個体数と同日に採集された全個体数に対する軟殻個体の組成(%)を表 3 に示す。なお、抱卵個体に軟殻個体は見つからなかった。

軟殻個体は、観察を始めた 5 月 16 日に 2 個体(8.3%)だけであったが、同月 28 日には 8 個体(36.4%)に増えた。その後 6 月 7 日に 3 個体(13.6%)、同月 17 日に 4 個体(25.0%)とやや少なくなった。また、10 月 5 日と 11 月 29 日にも各 1 個体の軟殻個体が採集された。

5 月 28 日に採集された 8 個体の内、7 個体は成熟個体であったことから、軟殻個体の比率が高かったのは、移行個体による成熟脱皮が盛んに行われていたからと思われる。5 月下旬に成熟脱皮を終えれば、6 月以降の繁殖に加わる事が可能であると考えられる。

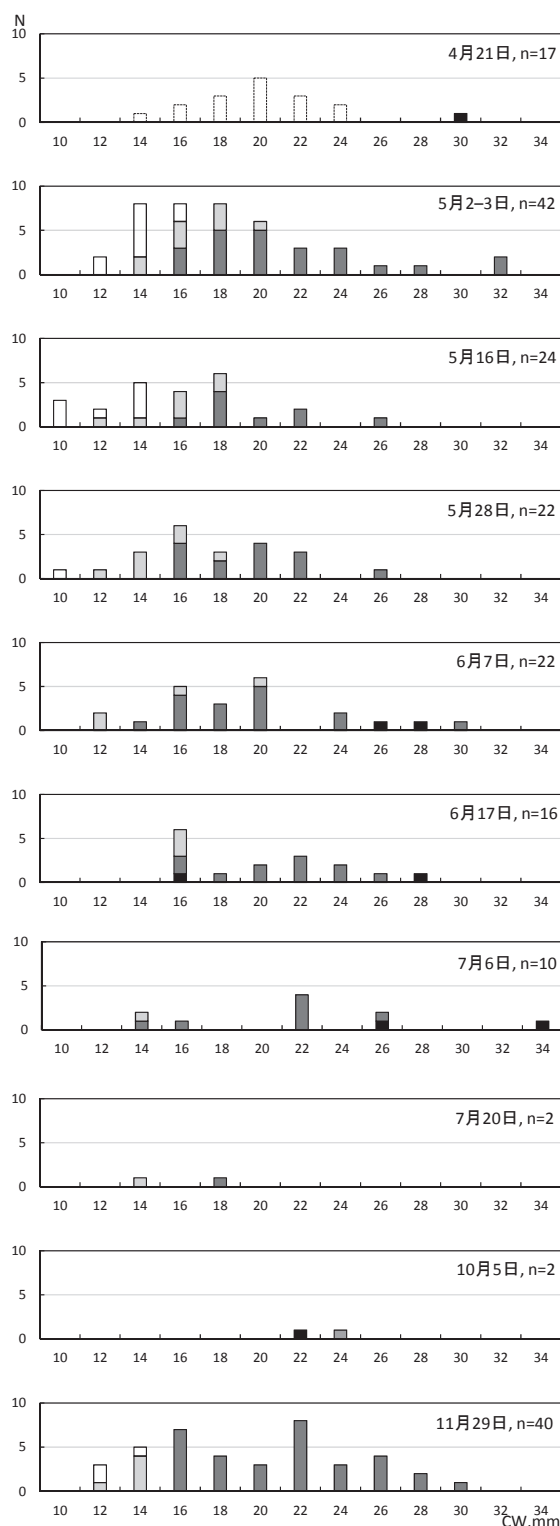


図 12 採集されたイソガニの成熟段階別の甲幅 (CW, mm) 組成。凡例 ■抱卵, ■成熟, ■移行, □未熟

表 3 軟殻個体の成熟段階別個体数とその組成

採集日	成熟	移行	未熟	採集数	組成%
5月16日	1		1	24	8.3
5月28日	7	1		22	36.4
6月7日	3			22	13.6
6月17日	2	2		16	25.0
7月6日				10	0
7月20日				2	0
10月5日	1			2	50.0
11月29日	1			40	2.5

調査を終えて

イソガニの九十九湾周辺における繁殖生態の調査を行い、メス親の産卵・抱卵期と抱卵期間、繁殖に加わる大きさ(甲幅)等を明らかにすることができた。しかしながら、学校団体や主催事業に係る普及活動の対応により、最も大切な観察時期である7月と8月に十分な調査ができなかった。今後は調査体制と時間のやりくりを調整し、定期的な調査日の設定をしなければならないと考えている。

また、一連の採集により、改めてイソガニは潮汐リズムに対応して生活場所を変えていることが実感された。干潮時には波打ち際の石の裏を探せば、イソガニは見つかる。ところが、能登半島における潮汐リズムは、毎日の干満差より年間の季節変動の方が顕著である(筒井, 1996)。7月と8月は年間で最も潮位が高い季節に当たるため、磯の観察路の波打ち際が高位に移ってしまい、普段イソガニが潜んでいる転石類は水中に沈んでしまう。このため、夏の間にイソガニを見つけるのは極めて難しくなることが再認識された。今後はこれらの状況も考慮して、調査場所の選定を行うべきである。

なお、油性ペンで個体識別をしたイソガニは全く再捕されなかった。調査場所から姿を消したのか、早々に脱皮してしまったのか、その理由は不明である。今後、採捕率を高くする工夫が必要であると考えている。

要約

1. 2017年4月末から11月末までの期間に、のと海洋ふれあいセンターの磯の観察路でイソガニの採集を行い、本種の九十九湾周辺における産卵・抱卵期と抱卵期間、メスの成熟する大きさについて調査した。
2. 九十九湾周辺におけるイソガニの抱卵期は4月下旬から10月初旬の約6ヶ月間、繁殖に加わる最小個体の甲幅は17.4 mmであった。
3. 6月中旬から7月初旬における九十九湾周辺での抱卵期間はおよそ20日間である。
4. 産出直後の卵径は約0.3 mmであるが、発眼卵の卵径は約0.4 mmであった。発生が進むにつれて卵が大型化していることが観察された。
5. 未成熟な個体は5月末までに成熟脱皮を終え、6月以降の繁殖に加わるものと推察された。

謝辞

本稿の校閲をいただいた日本海甲殻類研究会会長 本尾洋博士に感謝申し上げます。また、イソガニの採集と飼育に協力していただいたのと海洋ふれあいセンターの東出幸真専門員と中村啓治主事に感謝申し上げます。

引用文献

- 三宅貞祥, 1983. 原色日本大型甲殻類図鑑(II). 277 pp., 保育社, 大阪.
- 西村三郎・鈴木克美, 1971. 標準原色図鑑全集 16, 海岸動物. 保育社, 大阪市.
- 坂井恵一, 2013. 磯の観察路でカニを探そう! 能登の海中林(38):2-5.

- 武田正倫, 1982. 原色甲殻類検索図鑑. 北隆館, 東京.
- 筒井 功, 1996. 変化する海面の高さと磯の生きものの済か. 能登の海中林(5):2-3.
- 内田 亨, 1964. 動物系統分類学, 第 7 巻上. 節足動物 I (総説・甲殻類). 中山書店, 東京.
- 内海富士男監修, 1983. 学研生物図鑑, 水生動物. 学習研究社, 東京.
- 和田恵次, 1995. 短尾下目, Pp379-418. In 西村三郎編, 原色検索日本海岸動物図鑑 II, 保育社, 大阪市.

能登半島東岸に漂着したアラメ *Eisenia bicyclis*

東出 幸真

のと海洋ふれあいセンター, 石川県鳳珠郡能登町字越坂 3-47 (〒927-0552)

Notes on stranded Seaweed, *Eisenia bicyclis* on the East Coast of Noto Peninsula, Sea of Japan

Yukimasa HIGASHIDE

Noto Marine Center, 3-47 Ossaka, Noto, Ishikawa 927-0552, Japan

はじめに

アラメ *Eisenia bicyclis* (KJELLMAN) SETCHELL はコンブ目カジメ科アラメ属に分類される多年生の褐藻類である(吉田ら, 2015)。生育 1 年目の葉体は、短い茎をもつ単葉(中央葉)で、生長するにしたがって周辺部から広披針形の側葉を伸長させる。2 年目には茎が伸長し、中央葉の基部両縁がのびだし、茎の先端が 2 つに分かれて分叉枝となる。分叉枝は扁平で内側にねじれ、その各先端から多数の側葉を生ずる(吉田, 1998)。アラメは太平洋沿岸では岩手県以南から静岡県御前崎の東海岸にあたる相良町まで、東シナ海の長崎県以北から日本海沿岸の京都府丹後半島まで分布するとされている(寺脇・新井, 2003)。アラメは、伊豆半島ではアラメ場と呼ばれる大きな群落(海中林)を形成し(寺脇, 1993)、主に太平洋側における沿岸生態系の主要な一次生産者のひとつである。さらに、魚介類の産卵場や保育場、また植食性無脊椎動物の餌料として水産上有用であるほか、沿岸域の水質浄化に重要な役割を果たしていると考えられている(寺脇, 1993)。しかしながら、石川県内のアラメの記録は、今堀(1955)が輪島市沖から報告しているが、標本が残されておらず、検証できない状況にある。一方、富山県沿岸におけるアラメの記録は、ツルアラメもしくはクロメをアラメと

誤認した可能性がある指摘されている(大島, 1952)。また、これまで潜水器を用いて調査を行った多くの報告がある(石川県, 1970, 1978; 筒井・佐野, 1996; 筒井ら, 1997a; 筒井ら, 1997b; 藤田ら, 1998; 池森ら, 2011 等)が、アラメは見つかっていない。執筆者もこれまで、石川県沿岸で海藻類の調査を行っているが、アラメの生育は確認していない。今回能登町越坂(図 1)の九十九湾でアラメが採集されたのは希少な事例であるので、その経緯と観察記録を報告する。



図 1 アラメの採集地点

材料

2017 年(平成 29 年)6 月 10 日に日本海を低気圧が通過した影響で、南西よりの風が強く吹いた。この風による波の影響で、能登町の海岸では連日ホンダワラ類などの漂着海藻が多く認められていた。中には付着器

に付着基質である岩や貝殻を備えた状態で漂着しているものも多かった。6 月 14 日、のと海洋ふれあいセンターの磯の観察路でも大量の漂着海藻がみられ、総務課主事の中村啓治氏がこれらを展示生物の餌とするために採集した。この中にアラメと考えられる個体(図 2)が含まれていた。



図 2 能登町越坂で採集されたアラメ(2017 年 6 月 14 日漂着, 矢印は切断部)



図 3 さく葉標本, 矢印は切断部(スケール 10 cm, NMCI S. 3997)

結果と考察

この個体を観察すると、付着器から伸びる茎はもっとも太い部分で直径約 2 cm、九十九湾周辺で生育する、ツルアラメやクロメと比べると明らかに太く、茎の途中で切断部(図 2, 3 矢印参照)が認められた。この個体の茎は、2 つに分枝していたと考えられた。子のう斑は認められなかった。これらの特徴から 2 年目以降のアラメと同定し、1 昼夜脱塩処理後、さく葉標本にしてのと海洋ふれあいセンター海藻標本として登録(図 3, NMCI S. 3997)した。

アラメの寿命は 5 ないし 6 年とされ、茎径(小島, 1979)、あるいは枝長(谷口・加藤, 1984)が年齢の指標となることが報告されている。今回観察したアラメは、茎の直径が約 2 cm、枝長(切断部から側葉基部)が約 7 cm であることから、2 年から 3 年の間であることが推察された。アラメの日本海沿岸での分布が京都府までであるのは、水温の低下により付着器の固着力が低下し、冬季の季節風によっておこる波浪の影響で流されることで、生育が制限されていると考えられている(寺脇・新井, 2003)。

今回漂着したアラメがどこに生育していたかは不明であるが、寺脇・新井(2003)の指摘するように冬季の季節風の影響をそれほど受けない能登半島の南東部の沿岸には、生育している可能性がある。この場合、アラメの分布域が能登半島まで拡大することになる。アラメが生育する場所について、今後注意深い観察をこころがけ、調査を行いたいと考えている。

謝辞

原稿作成にあたり、のと海洋ふれあいセンター坂井恵一普及課長には、多くのご助言をいただいた。記して深謝いたします。また、アラメを採集し、材料として提供していただいたのと海洋ふれあいセンター総務課主事の中村啓治氏に感謝いたします。

参考文献

藤田大介・佐野修・筒井功, 1998. 石川県能登半島沿

岸産海藻目録. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (4), 27-44.

池森貴彦・東出幸真・大慶則之・仙北屋 圭, 2011. 能登町沿岸におけるガラモ場の現存量とガラモ場とアマモ場の分布域の再検討. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (17), 7-14.

池森貴彦・田島迪生, 2002. 石川県で採集した海藻と海産顕花植物. 石川県水産総合センター研究報告, (3), 1-11.

今堀宏三, 1955. 能登地方海藻目録 I. 北陸の植物, (4): 21-23.

石川県, 1978. 能登半島国定公園海中公園調査報告書, 海中公園センター調査報告, (66), 101pp.

石川県, 1970. 能登半島海中公園学術基本調査報告書, 海中公園センター調査報告, 30 pp.

小島博, 1979. 徳島県産アラメの生長について. 水産増殖, 27(3), 156-159.

大島勝太郎, 1952. 富山湾海藻誌. 大東出版文化協会, 東京, 196 pp.

佐野修, 1995. 九十九湾周辺の海藻と海産種子植物. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (1), 27-30.

谷口和也・加藤史彦, 1984. 褐藻類アラメの年齢と生長. 東北区水産研究所研究報告, (46), 15-19.

寺脇利信, 1993. アラメ. pp. 132-133. in 堀輝三編 I 藻類の生活史集成. 第 2 巻 褐藻・紅藻類, 内田老鶴岡, 東京.

寺脇利信・新井章吾, 2003. アラメとカジメ. pp. 100-113. in 能登谷正浩編著. 「藻場の海藻と造成技術」, 成山堂書店, 東京.

筒井功・新井省吾・佐野修, 1997a. 石川県に生育するカジメ類について. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (3), 45-48.

筒井功・藤田大介・佐野修, 1997b. 能登半島沿岸 15ヶ所において 1996 年に確認した海藻草類. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (3), 55-60.

筒井功・佐野修, 1996. 能登半島の 7 地域でみられた海藻・草類. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (2), 81-84.

吉田忠生, 1998. 新日本海藻誌. 内田老鶴岡, 東京, 1222 pp.

吉田忠生・鈴木雅大・吉永一男, 2015. 日本産海藻目録(2015 年改訂版). 藻類, (63): 129-189.

I-石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査

のと海洋ふれあいセンターは、平成 19(2007)年よりかほく市の高松海岸と志賀町の甘田海岸で、平成 23(2011)年の秋から宝達志水町の今浜海岸と羽咋市の千里浜海岸でシギ・チドリ類の飛来時期である春と秋の 2 回、ナミノリソコエビ等の底生動物の生息状況についてモニタリング調査を継続している。これまでの結果を報告する。

ナミノリソコエビは、石川県の主にかほく市白尾から志賀町甘田にかけての砂浜海岸の波打ち帯に生息する節足動物端脚類で、3 月から 11 月にかけて繁殖をくりかえし、ほぼ周年にわたり個体数、現存量(湿重量)ともに優占して生息している。ところが、冬期は繁殖を行わないので、春の調査では大型の越冬群(長期世代群)と、早春に発生したばかりの小型の未越冬群(短期世代群)が混在する。一方、秋の調査では短期世代群だけとなり、発生時期が異なるさまざまな大きさの個体が認められる(環境省, 2006, 2007)。そして、この海岸に飛来するシギ・チドリ類は、このナミノリソコエビを重要な餌動物として利用していることが明らかとなっている(環境省, 2007)。

材料と方法

底生動物の採集はシギ・チドリ類の飛来時期である春(4 月下旬から 5 月上旬)と秋(9 月中旬から 10 月上旬)の年 2 回とし、高松、甘田、今浜、千里浜海岸の 4 ヶ所で行った(図 1)。



図 1 砂浜海岸の底生動物モニタリング調査地

各海岸 1 ヶ所の波打ち帯中部の上部・中部・下部でアズワン(株)のスチロール T 型ビン 600ml(口部内径φ 83mm, ポリスチレン製)を用いて深さ約 7cm までの表砂を各部それぞれ 3 回ずつ、計 9 回採集した。採集された砂と砂に含まれる底生動物を 2 リットルの標本ビンに収容し、クーラーボックスに入れて氷で冷やしながら研究室に持ち帰り、冷凍ストッカーに収容して約 -20℃で一晩保存した。そして凍った砂と動物を流水解凍しながら 1 mm メッシュのふるいにかけて砂中の動物を取り出し、75 %エタノール液で固定した。固定後保存液は 2 回交換し、約 1 週間後に種類ごとの湿重量を計測した。また、底生動物の採集と同時に波打ち際の海水をポリバケツで約 10 リットル採水して測温し、一部を褐色遮光ビン(200 ml)に入れて密栓して研究室に持ち帰り、堀場製作所製カスナー ACTpH メーター D-21 を用いて pH を、赤沼式比重計で比重(σ_{15})を求めて塩分量(‰)に換算した。なお、波打ち帯の幅は歩測した。

結果と考察

高松および甘田海岸で、この 12 年間で採集された底生動物の湿重量と汀線付近の水質、波打ち帯の幅を表 1, 2 に示す。また、今浜と千里浜海岸の結果は表 3, 4 に示す。なお、採集された底生動物の湿重量は平方メートル当たりに換算した。

高松海岸

ナミノリソコエビは春の調査では長期世代群が 56.6 g/m²、短期世代群は 54.6 g/m²であった。これまでの春の調査で採集された長期世代群の湿重量は 15.3~1212.1 g/m²であり、平均値の 218.8 g/m²より少ない値となった。短期世代群は、これまでに 0.0~61.3 g/m²採集されており、これと比較して 2 番目に多かった(表 1, 図 2-A)。2016 年の冬は 2015 年と同様雪が少ない暖冬であったことから、繁殖開始時期が例年より早かったものと推察された。

次に秋の調査では、短期世代群だけが 15.1 g/m²採集され、これまでの調査の 6.9~293.0 g/m²と比較して 3 番目に少なかった。これは夏の猛暑の影響によるものと考えられる。

甘田海岸

春の調査で採集されたナミノリソコエビは、長期世代

群が 2.2 g/m²、短期世代群が 8.0 g/m²で合計 10.2 g/m²となり、これまでで最も少なかった。

長期世代群よりも短期世代群が多く採集されたのは、高松同様暖冬により繁殖開始時期が平年より早かったものと推察された。

秋の調査では、ナミノリソコエビの短期世代群が 29.3 g/m²採集され、これまでの平均値(139.7 g/m²)の 1/4 ほどの値となった(表 2, 図 2-B)。これはこの年の 7 月 8 月の夏の高温の影響によるものと考えられる。

今浜海岸

春に採集されたナミノリソコエビは長期世代群が 16.0 g/m²、短期世代群が 51.0 g/m²で合計 67.0 g/m²となった。長期世代群はこれまででもっとも少なかった。一方短期世代群はこれまででもっとも多く採集された。これは 2013 年と同様、暖冬により繁殖時期が例年に比べて早

表 1 高松海岸で採集された底生動物の湿重量(g/m²)と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節	春											
調査年 月日	2006 年 4月6日	2007 年 4月27日	2008 年 4月22日	2009 年 4月23日	2010 年 4月25日	2011 年 4月21日	2012 年 5月1日	2013 年 4月23日	2014 年 4月23日	2015 年 4月30日	2016 年 4月30日	2017 年 4月25日
ナミノリソコエビ(計)	56.4	85.3	282.4	73.9	200.1	23.5	467.1	113.0	28.0	1,212.1	98.4	111.2
長期世代(越冬)群	44.6	47.3	265.7	69.0	150.1	23.5	432.9	109.0	15.3	1,212.1	37.1	56.6
短期世代(未越冬)群	11.8	38.0	16.7	4.9	50.0	0	34.2	4.0	12.7	+	61.3	54.6
シキシマフクロアミ	0.9	1.1	3.6	0.4	2.4	1.1	8.2	0	0	0	0	1.6
ヒメスナホリムシ	2.7	3.8	1.3	0	1.6	0.9	0.7	4.2	3.3	8.4	2.7	6.7
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	0	0	0	3.3	21.8	0	11.5	54.0	0	0	17.1	49.1
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	13.0	14.9	15.5	15.1	13.0	14.2	19.7	14.1	15.6	17.5	14.3	16.8
pH	8.10	8.06	8.09	8.20	8.09	8.08	8.07	8.02	8.18	8.13	8.08	8.17
塩分量(‰)	32.58	33.46	33.98	33.09	33.38	31.63	29.70	33.78	31.50	33.51	31.20	34.41
波打ち帯幅 (m)	7.0	4.0	4.9	7.0	2.1	3.5	2.1	2.8	2.1	2.1	3.5	2.8
季節	秋											
調査年 月日	2006 年 9月16日	2007 年 9月20日	2008 年 9月14日	2009 年 9月16日	2010 年 10月2日	2011 年 9月13日	2012 年 9月20日	2013 年 9月19日	2014 年 9月19日	2015 年 9月24日	2016 年 10月3日	2017 年 10月3日
ナミノリソコエビ(計)	47.7	89.0	220.4	197.8	80.4	115.4	293.0	14.9	198.7	272.0	6.9	15.1
長期世代(越冬)群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	47.7	89.0	220.4	197.8	80.4	115.4	293.0	14.9	198.7	272.0	6.9	15.1
シキシマフクロアミ	0.2	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0.2	0.2
ヒメスナホリムシ	19.1	7.3	4.2	4.7	1.1	0.2	0	0	0.2	2.2	6.9	0.4
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	24.0	0	294.6	39.3	169.4	0	20.2	0	0	0	0	2.7
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	22.2	28.0	25.7	23.6	25.3	28.2	28.0	26.2	25.0	22.5	23.5	22.2
pH	8.09	8.38	8.18	8.29	8.33	8.00	8.10	8.12	7.99	8.01	8.15	8.25
塩分量(‰)	32.29	32.74	33.01	32.90	29.09	32.03	31.19	32.17	33.55	32.56	31.83	32.31
波打ち帯幅 (m)	2.0	5.0	2.0	7.0	1.5	2.1	4.2	2.8	10.0	1.4	2.1	5.6

表 2 甘田海岸で採集された底生動物の湿重量(g/m²)と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節		春										
調査年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
月日	4月6日	4月27日	4月22日	4月23日	4月25日	4月21日	5月1日	4月23日	4月23日	4月30日	4月30日	4月25日
ナミノリソコエビ(計)	14.9	265.5	75.9	10.2	56.0	40.4	69.5	10.2	11.1	102.3	86.6	10.2
長期世代(越年)群	6.0	32.6	52.8	4.0	15.8	39.7	30.6	5.8	10.7	77.2	61.7	2.2
短期世代(未越年)群	8.9	232.9	23.1	6.2	40.2	0.7	38.9	4.4	0.4	25.1	24.9	8.0
シキシマフクロアミ	1.6	0.2	4.2	1.1	10.9	0.7	20.4	0.4	4.0	55.5	10.7	20.9
ヒメスナホリムシ	2.0	1.8	2.2	0	0	2.0	2.0	2.4	0.2	0.4	9.8	8.7
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	0	0	0	0	0	10.0	30.0	0	0	10.2	224.9	9.6
多毛綱sp.	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	13.5	15.2	16.1	14.3	14.7	14.9	21.8	14.0	16.0	21.2	15.0	16.5
pH	8.11	8.12	8.09	8.24	8.04	8.03	8.06	8.03	8.18	8.10	8.10	8.15
塩分量(‰)	32.99	33.34	33.48	33.09	33.80	33.19	30.37	34.19	33.06	33.10	33.90	33.71
波打ち帯幅 (m)	5.0	8.0	3.0	12.3	2.1	7.0	2.8	7.0	3.0	4.2	6.3	3.5
季節		秋										
調査年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
月日	9月16日	9月20日	9月14日	9月16日	10月2日	9月13日	9月20日	9月19日	9月19日	9月24日	10月3日	10月3日
ナミノリソコエビ(計)	239.3	44.2	25.8	79.3	73.5	62.8	13.3	3.1	22.9	178.7	41.5	29.3
長期世代(越年)群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
短期世代(未越年)群	239.3	44.2	25.8	79.3	73.5	62.8	13.3	3.1	22.9	178.7	41.5	29.3
シキシマフクロアミ	0	0	0	0	0.2	0	2.0	0	0	0	0	0.2
ヒメスナホリムシ	2.2	3.1	0.3	4.9	0	3.3	0	4.2	0	0	0	0.7
ナミノコガイ	42.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0
フジノハナガイ	8.4	0	0	6.4	138.1	0	219.6	0	0	0	0.4	0.2
多毛綱sp.	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	22.4	29.3	27.0	24.0	25.8	29.7	28.4	27.3	25.0	23.0	23.7	22.3
pH	8.13	8.23	8.12	8.24	8.28	7.97	8.10	8.12	7.99	8.07	8.06	8.31
塩分量(‰)	32.66	32.67	28.45	33.14	31.41	32.98	32.40	33.74	33.55	34.26	32.94	33.00
波打ち帯幅 (m)	2.0	3.0	3.0	7.0	1.0	2.1	6.3	6.3	10.0	1.75	2.1	4.9

かったためと推察される。フジノハナガイは 53.7 g/m²採集され、これまでで最も多かった。

次に、秋の調査では短期世代群が 39.7 g/m²採集され、これまでで最も少なかった 2016 年に次いで少なかった(表 3, 図 2-C)。

千里浜海岸

春に採集されたナミノリソコエビは長期世代群が 12.4 g/m²、短期世代群が 26.0 g/m²で、合計が 38.4 g/m²となった。また、フジノハナガイが 133.4 g/m²採集され、これまでで 2 番目に多かった。一方、秋の調査では短期世代群が 59.7 g/m²採集され、この場所ではじめて秋にフジノハナガイが採集された(表 4, 図 2-D)。

調査場所近傍には海岸浸食防止のためのサンドバック(砂をつめた布製の袋)が設置されている。春の調査時は海面より高く露出し、トンボロが形成されていたが、秋の調査時は水面下に隠れて見られなくなり、トンボロも認められなかった。

ナミノリソコエビはこれまでの調査により、冬の気温が高く、海水温が高いと繁殖開始が早まることで春の調査時に短期世代(未越年)群が多く含まれ、その現存量が多くなる傾向にある。また、夏に高温であると秋の調査時にナミノリソコエビの現存量が減少する傾向にある。2017 年は一年を通じて気温が高く、夏の気温も高く推移し、2016 年と似た結果として現われたと推察された。

今回の調査でも、春の調査時には特に高松と今浜において、長期世代群より短期世代群の方の現存量が多かった点が気にかかる。調査はシギ・チドリ類の飛来時期に合わせて行っているが、その時には長期世代群が姿を消してしまっていることになる。飛来するシギ・チドリ類に十分なエサ(ナミノリソコエビ)が供給できているのが危惧される。一方、秋の調査ではいずれの地点も 2 年続けて現存量が少なかった。この時期はシギ・チドリ類の主に幼鳥が飛来し、ナミノリソコエビを飽食して成長するだけでなく栄養を蓄え、次の中継地に旅立つ準備を行うことが知られている(環境省, 2007)。ナミノリソコエ

ビの現存量の減少がシギ・チドリ類の幼鳥の行動に悪影響を及ぼさないか気がかりである。

千里浜沖では 2012 年から養浜の目的で金沢港の浚渫砂を海上投入し、汀線付近ではサンドバックを設置している。2017 年の 5、6 月には、サンドバック内の砂を減らして高さを下げたようである。そのため秋の調査時にはサンドバックは水面下にあり、2016 年秋に観察されたオゴノリ等海藻の着生は観察されなかった。また、トンボ

ロが形成されてできた、のこぎりの歯状の海岸形状は解消されていた。

サンドバックの高さの違いで、短期的に海藻やそこに生活する節足動物の増減がみられたことは、砂浜海岸の改変に関する知見のひとつとして興味深い現象である。今後もこの調査を継続し、また必要に応じて調査回数や場所を増やし、見守りたいと考えている。

表3 今浜海岸で採集された底生動物の湿重量(g/m²)と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節	春						秋						
調査年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
月日	5月1日	4月23日	4月23日	4月30日	4月30日	4月25日	9月13日	9月20日	9月19日	9月19日	9月24日	10月3日	10月3日
ナミリンコエビ(計)	372.3	148.7	123.7	318.8	127.9	67.0	265.5	315.9	156.5	166.5	583.6	35.7	39.7
長期世代(越冬)群	325.0	118.1	119.2	311.9	98.6	16.0	0	0	0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	47.3	30.6	4.5	6.9	29.3	51.0	265.5	315.9	156.5	166.5	583.6	35.7	39.7
シギシマフクロアミ	0	0	3.8	1.6	4.0	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0
ヒメスナホリムシ	1.6	0	2.0	0.9	3.6	4.7	0	0	0	0	2.9	0	0.2
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	7.3	0	0	2.0	35.1	53.7	17.1	124.5	0	0	16.9	0	0.2
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	20.6	14.0	17.5	18.0	14.2	16.6	29.4	27.7	26.2	24.8	22.3	23.4	22.2
pH	8.05	8.01	8.17	8.09	8.09	8.22	7.98	8.10	8.11	8.00	8.07	8.14	8.21
塩分量(‰)	31.11	34.11	31.02	33.33	32.45	32.91	32.08	30.68	33.15	33.42	32.31	32.02	32.56
波打ち帯幅 (m)	2.1	6.3	2.1	2.8	5.6	2.8	2.8	4.9	2.8	7.0	1.4	1.0	4.2

表4 千里浜海岸で採集された底生動物の湿重量(g/m²)と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節	春						秋						
調査年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
月日	5月1日	4月23日	4月23日	4月30日	4月30日	4月25日	9月13日	9月20日	9月19日	9月19日	9月24日	10月3日	10月3日
ナミリンコエビ(計)	252.6	157.4	77.7	224.8	423.4	38.4	113.4	86.4	72.2	37.7	158.7	20.4	59.7
長期世代(越冬)群	190.7	73.0	77.5	137.6	391.4	12.4	0.0	0	0.0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	61.9	84.4	0.2	87.2	32.0	26.0	113.4	86.4	72.2	37.7	158.7	20.4	59.7
シギシマフクロアミ	3.3	0	10.4	0	1.3	14.7	0	0	0	0.2	0	0	0
ヒメスナホリムシ	0	0	0	0	0.4	1.8	0	0	0.2	0	0	0	0.4
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	16.9	9.6	0	0	582.8	133.4	0	0	0	0	0	0	2.4
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0.4	1.1	0	0	8.4	0	0
水温(℃)	21.0	14.0	16.0	19.5	14.6	16.8	30.2	28.1	27.2	24.5	22.3	23.7	22.2
pH	8.11	8.03	8.17	8.13	8.05	8.17	8.02	8.09	8.07	8.11	8.05	8.17	8.27
塩分量(‰)	28.72	33.81	33.52	31.55	33.34	34.41	32.08	31.73	34.43	30.9	33.98	32.59	31.19
波打ち帯幅 (m)	2.1	4.9	2.8	2.8	4.2	2.8	2.8	7.7	5.4	9.0	1.4	2.1	4.9

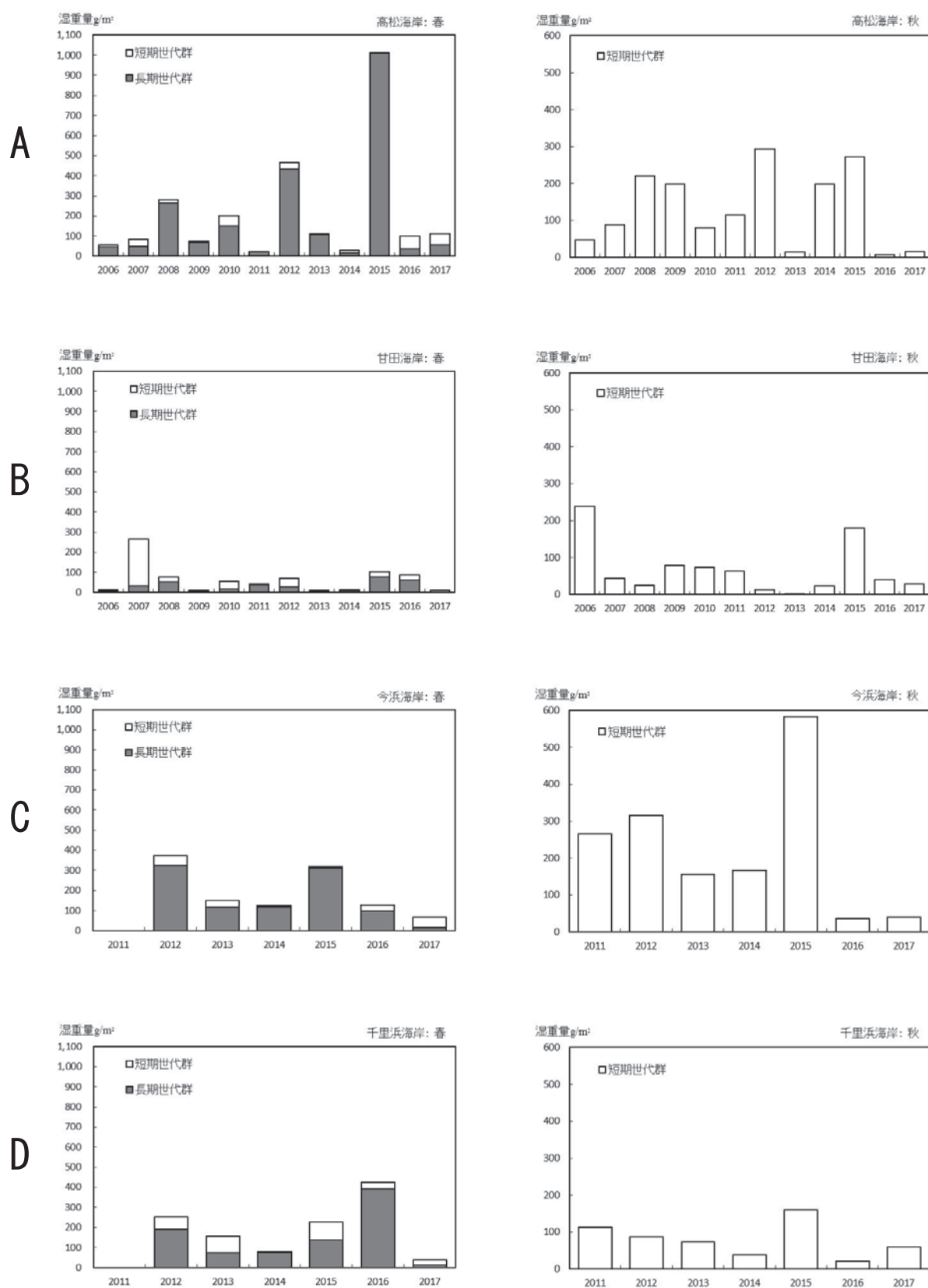


図 2 春(左)と秋(右)の調査で採集されたナミリソコエビの湿重量(g/m²) A 高松, B 甘田, C 今浜, D 千里浜

文献

環境省, 2006. 第7回自然環境保全基礎調査, 生物多様性調査種の多様性調査(石川県-能登地域) 報告書. 環境省自然保護局, 生物多様性センター, 36 pp. + 資料編.

環境省, 2007. 第7回自然環境保全基礎調査, 生物多様性調査種の多様性調査(石川県) 報告書, 石川県の砂浜海岸における生態学的基礎調査(能登地域), 第 I 章. 環境省自然保護局, 生物多様性センター, pp. 1-55.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2008. 石川県の砂浜海岸のモニタリング調査, のと海洋ふれあいセンター研究報告, (13):89-90.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2009. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (14):42-43.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2010. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (15):39-40.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2011. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海

洋ふれあいセンター研究報告, (16):39-42.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2012. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (17):42-46.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2013. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査, のと海洋ふれあいセンター研究報告, (18):45-49.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2014. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (19):19-24.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2015. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (20):25-30.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2016. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (21):29-35.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2017. 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (22):21-27.



かほく市高松の調査地点, 2017 年 4 月 25 日撮影



志賀町甘田の調査地点, 2017 年 4 月 25 日撮影



宝達志水町今浜の調査地点, 2017 年 4 月 25 日撮影



羽咋市千里浜の調査地点, 2017 年 4 月 25 日撮影



かほく市高松の調査地点, 2017 年 10 月 3 日撮影



志賀町甘田の調査地点, 2017 年 10 月 3 日撮影



宝達志水町今浜の調査地点, 2017 年 10 月 3 日撮影



羽咋市千里浜の調査地点, 2017 年 10 月 3 日撮影

Ⅱ-石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査

本調査は石川県における各地の岩礁海岸の特徴を捉える事を主な目的とし、優占的に生息する種を対象として簡便で省力的な方法で行っている。前報告[のと海洋ふれあいセンター(以後のと海洋と省略), 2017]で報告したように、岩礁海岸のモニタリング調査は2 順目を終え、各調査地の概要を把握することができた。一方、北國新聞社の環境保全キャンペーンとして結成された「舢倉島・セツ島自然環境調査団」に参加した坂井ら(2010)は、2008 年5 月と10 月、そして2009 年10 月に舢倉島の、2008 年7 月と2009 年9 月にセツ島大島の潮間帯を主体とした動物と海藻を調査する機会に恵まれ、その結果を報告している(坂井ら, 2010)。この時に得られた資料を基にして、定期船が運行されている舢倉島を本県の岩礁海岸モニタリングポイントに位置づけ、2017 年6 月5-6 日に調査を行った。調査場所は坂井ら(2010)と同様に、舢倉島の北ヅラ、白砂、名舟屋敷、そして漁港内の4 ヶ所とした(図 1, 図 2-5)。

調査方法

前報告(のと海洋, 2017)の方法と項目に従い、また同じ調査票を使用して行った。

- (1) 海岸における調査範囲は海岸の形状や地形にあわせて各々決めた。例えば長橋のような直線的な海岸は汀線と平行に約 50 mを、他の海岸では半径約 50 m以内で露出部と遮蔽部など、認められる海岸環境を網羅するように調査した。
- (2) 調査票には石川県の岩礁海岸に広く分布する動物を潮上帯、潮間帯、潮下帯ごとに列記し、各種の生息量を4 段階(多い ◎、よく見つかる ○、探せば見つかる △、見つからない ×)に分けて記録した。海藻草類の生育状況は表面的優占種と下草の観察を行い、その生育量を動物と同じ4段階で記録した。
- (3) 各海岸における特徴的な生息種は、その生息・生育状態や周囲の環境を観察・記録するように努めた。

また、調査票にリストアップされていない種についても、その生息・生育状態を記録した。

- (4) 経年的な波あたりの強さの変化を把握する指標としてアラレタマキビガイの分布上限を調べ、写真撮影で記録した。
- (5) 流出油等の影響を最も受けやすい動物と考えられるカサガイ類(ヨメガカサガイやベッコウカサガイ等)は任意の50 個体の殻長を測定した。
- (6) 調査地点とその周辺における海岸の改変状況等を記録し、写真の撮影に努めた。
- (7) 調査は調査時の海水面が年平均潮位に近く、海況の安定しやすい6 月に行った。
- (8) 調査は天候や海況の許容範囲を決め、天候が雨、または波浪階級が2 以上の日は調査を行わないことにした。
- (9) 調査は主に胴付き長靴を着用し、箱メガネを使って海面から約0.5 mの深さまで観察した。

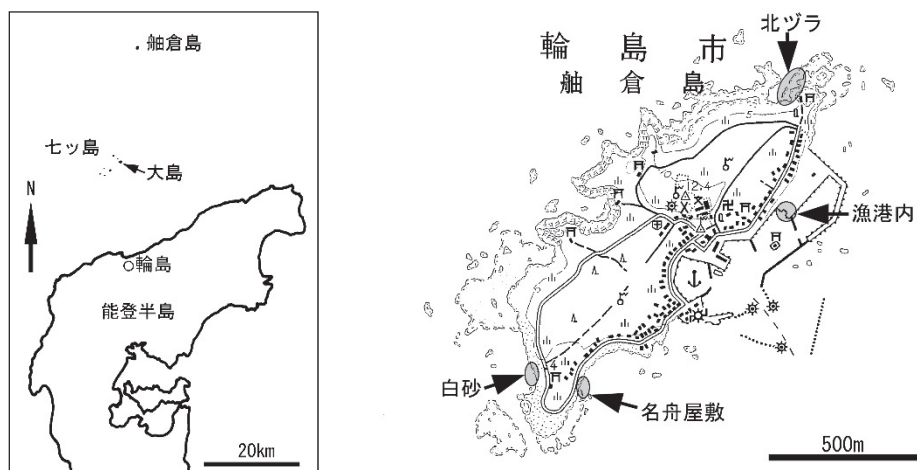


図 1 舢倉島における岩礁海岸モニタリング調査地点の概略図



図 2 北ヅラ, 北(沖側)からの景観



図 3 白砂, 北からの景観



図 4 名舟屋敷, 北からの景観



図 5 漁港内, 東からの景観

結果と考察

各調査地点とも 2008 年の調査(坂井ら, 2010)以降に、後背地の護岸整備や沖合での人工リーフ、消波ブロック等の設置は認められなかった(図 2-5)。

各海岸の標準地域 3 次メッシュコードと調査日、観測された水質の結果を表 1 に示す。調査地点の基質は概ね石川県地質誌(紘野義男, 1993)に従った。観察された動物の生息状況を表 2-1 に、海藻類の生育状況を表 2-2 に示す。また、各調査地点で観察したアラレタマキビガイの分布上限の記録、計測した任意のヨメガカサガイ 50

個体の殻長組成を図 6-9 に示す。

北ヅラ

基質は板状節理の緻密な安山岩で、表面が平滑な岩礁海岸である。ほぼ北向きに開放した入り江の中央から岸側の奥部一帯を観察した(図 2)。波浪が弱かったので、沖側開放部の岩礁帯も観察できた。

開放部の潮上帯では大型のクロフジソボとカメノテが多数固着していた。遮蔽部ではカモガイ、アラレタマキビガイがよく見つかった。

潮間帯では、岩の窪みや隙間にはウメボシイソギンチ

表 1 各調査地点の標準地域 3 次メッシュコードと調査日、観測された水質

調査地点	標準地域 3 次メッシュコード	調査日	水温	塩分量(‰)	pH
北ヅラ	5636-6723	2017 年 6 月 6 日	18.0	34.71	8.15
白砂	5636-6713	2017 年 6 月 5 日	27.3	32.16	8.36
名舟屋敷	5636-6713	2017 年 6 月 5 日	21.2	35.02	8.01
漁港内	5636-6723	2017 年 6 月 6 日	20.5	34.85	8.23

※標準地域メッシュコードは、世界測地系に対応している

ヤクが群生しており、ヨメガカサガイの小型から中型個体が波当たりの強い場所で、大型の個体は岩肌が平たんで比較的波当たりの弱い場所で観察できた。ただし、坂井ら(2010)は殻長が 50 mm を超える個体を観察しているが、今回は殻長 40 mm を超える個体は見つからなかった(図 6)。一方、急斜面ではベッコウカサガイが優占し、アオガイも見られた。遮蔽的な場所ではカラムツガイ、キクノハナガイに加え、ウノアシガイがこの調査地点だけで観察できた。

潮上帯の沖の開放部ではウミゾウメンとハバノリが優占しており、近くには褐藻ホンダワラ類のナラサモが群生し、その下層にはイソモクが観察された。岸近くの真水の流入するところではボウアオノリが優占していた。また、比較的海水の流動がある場所では、上層にツノマタやスギノリが、下層にはフサイワズタが優占していた。遮蔽部にはフシスジモクやウミトラノオがよく目立った。開放部の潮下帯ではツルアラメとワカメが群生していた。

坂井ら(2010)と同様に、恵比寿杜下の板状節理層に淡水のしみだしが観察された。坂井ら(2010)はアラレタマキビガイの生息上限は水面から約 1 m であったと報告しているが、今回は約 3 m に及んでいた(図 6)。調査地点の奥部波打ち際にはアカモクやジョロモクを主体とする海藻が大量に漂着していた。

白砂

舳倉島の西端に位置し、沖合には岩礁や暗礁が随所に点在しているため、比較的波静かな場所である。緻密な安山岩の岩礁と砂混じりの転石が混在する礫浜海岸である(図 3)。海岸にはハマヒルガオが群生していたが、その下限は汀線から約 3 m の高さがあるように観察された。アラレタマキビガイの生息上限は海水面から約 1 m の高さであった(図 7)。アカモクを主体とする漂着海藻が波打ち際直上に堆積し、その海藻下の転石のすき間でタマキビガイが観察された。

潮間帯の岩礁の窪みでミドリイソギンチャクが、また転石や岩の窪みでウメボシイソギンチャクが目についたが、その生息数は北ゾラに比べると明らかに少なかった。

岩の隙間にカメノテ、岩の平坦面にベッコウカサガイとヨメガカサガイが観察できたが、これらの生息数は北ゾラに比べると明らかに少なかった。また、調査中にヤツ

デヒトデがヨメガカサガイを捕食するために覆いかぶさっている状況が観察された。

潮間帯上層の比較的流れの弱い所ではウスバアオリが見られ、その下層にイソモク、ツノマタ、マクサが観察できたが、その生育密度は低かった。

名舟屋敷

多孔質の安山岩からなる岩礁部、そして汀線帯には安山岩性の礫が堆積した開放型の礫浜海岸である(図 4)。舳倉島のほぼ南端に位置するため、低気圧等の通過に伴い波浪の影響を直接受ける場所である。波打ち際にはアカモクを主体とした漂着海藻が多量に打上げられていた。

岩礁の潮上帯にはタマキビガイやアラレタマキビガイが見られ、アラレタマキビガイは岩礁頂上部の隙間でも観察できた。アラレタマキビガイの生息上限は水面から約 1 m の高さであった(図 8)。

潮間帯の開放部には小・中型のヨメガカサガイやベッコウカサガイ、アオガイ、カメノテが見られた。礫の間にはインダタミガイが多く、ヒザラガイやレイシガイが観察できた。岩礁の遮蔽部にはウミトラノオとフシスジモクが、開放部にはアカモクやジョロモクが優占して生育していた。ウミゾウメンの生育密度は低く、ハバノリは見つからなかった。波浪の影響は北ゾラに比べれば恒常的ではないことが推察できる。

漁港内

舳倉島新漁港の最奥部に位置する斜路を含む船揚場一帯を調査した(図 5)。基質はコンクリートである。

アラレタマキビガイの生息密度は低く、生息上限は斜路部分で水面から約 50 cm の高さまでであった。ヨメガカサガイは小・中型が主体で生育数は多かった(図 9)。カモガイはよく探したが見つからなかった。近傍の岸壁にはケガキやムラサキイガイの付着が認められた。

潮間帯では斜路入口に向かってウミトラノオ、ヨレモク、ジョロモクが優占し、ネバリモやツノマタが点在していた。岸壁にはマクサやフクリンアミジが観察できた。

調査範囲を離れた漁港内の岸壁では、マボヤやシロボヤの着生を観察している。

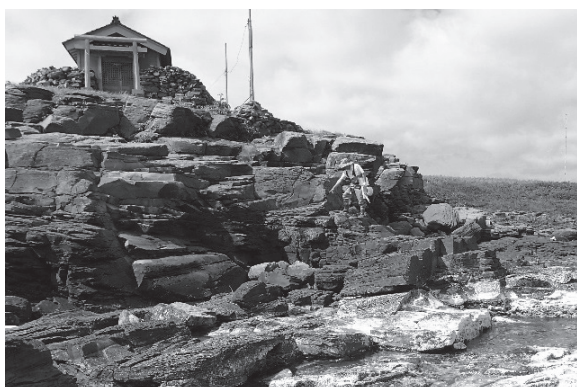


図 6 北ヅラにおけるアラレタマキビガイの分布上限とヨメガカサガイの殻長組成

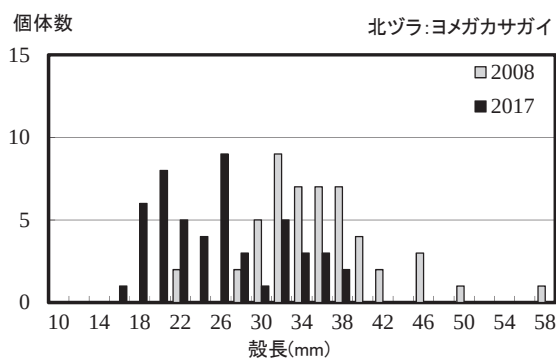


図 7 白砂におけるアラレタマキビガイの分布上限とヨメガカサガイの殻長組成

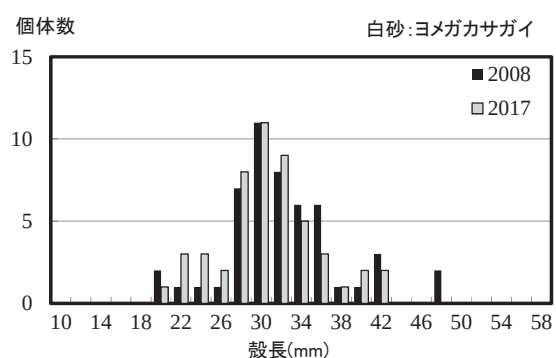


図 8 名舟屋敷におけるアラレタマキビガイの分布上限とヨメガカサガイの殻長組成

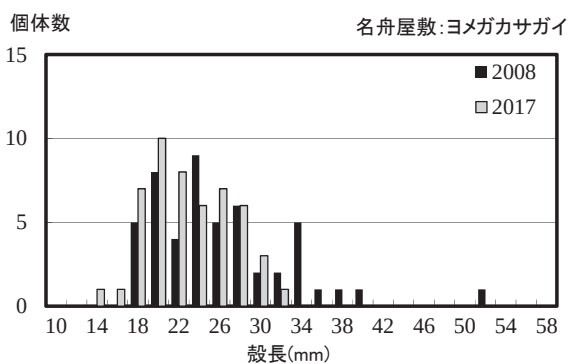


図 9 漁港内におけるアラレタマキビガイの分布上限とヨメガカサガイの殻長組成

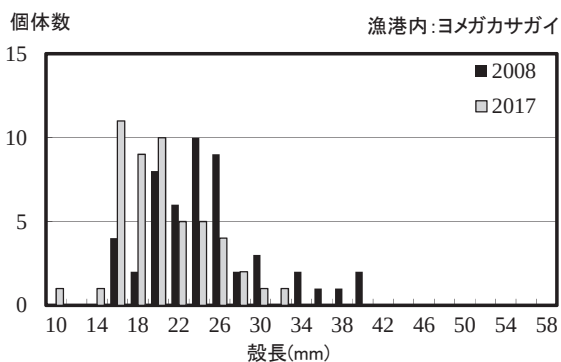


表 2-1 舳倉島の調査地点で観察された動物の生息量(西暦は調査年を示す)

	北ヅラ		白砂		名舟屋敷		漁港内	
	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017
1 ヨロイソギンチャク	○	○			○	○	○	○
2 ミドリソギンチャク	△	×	○	○		○		
3 ウメボシソギンチャク	○	○	△	△	△	×		
4 アラレタマキビガイ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
5 タマキビガイ	○	△	○	○	○	○	○	○
6 カモガイ	○	○	×	×	△	△	△	×
7 ベッコウカサガイ	◎	◎	△	△	○	○	△	△
8 ヨメガカサガイ	○	○	○	△	◎	◎	◎	◎
9 アオガイ	○	○			○	○		
10 ニシキヒザラガイ	○	○	○	○				
11 ヒザラガイ		○				○		
12 ヒメケハダヒザラガイ							○	×
13 ウノアシガイ		△						
14 カラマツガイ	○	○	×	×	×	×	○	×
15 キクノハナガイ	△	△	×	×	×	×	×	×
16 オオコシダカガンガラ	○	○	○	○	○	○	○	×
17 インダタミガイ	◎	○	◎	◎	◎	◎		
18 クボガイ	△	×						
19 イボニシ		○	△	△	△	△		
20 レインガイ	○	△			○	△	△	×
21 クロヅケガイ	△	×			△	○		
22 トコブシ	△	△			△	×		
23 オオヘビガイ	○	○	○	○	○	○	○	△
24 ムラサキイガイ			△	×			△	△
25 ケガキ							○	○
26 イガイ	○	×					○	×
27 アメフラシ	○	○		△	○	×		
28 クロヘリアメフラシ	○	○	○	×	○	×		
29 オトメガサ					△	×		
30 クロフジツボ	◎	◎	×	×	×	×	×	×
31 イワフジツボ	○	○	○	○				
32 カメノテ	○	◎	△	○	○	○		
33 イワガニ	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
34 イソガニ	○	○	○	×	○	○		
35 ヒライソガニ			○	×		○		
36 ツノガニ					△	×		
37 オウギガニ	△	△						
38 ヒメアカイソガニ					△	△		
39 ホンヤドカリ			○	×	○	◎		
40 ケアシホンヤドカリ					○	×	○	×
41 イソスジエビ			○	×				
42 バフンウニ					△	×		
43 イトマキヒトデ			△	×				
44 ヤツデヒトデ			△	△				
45 ナベカ			△	×				
46 アゴハゼ	○	×	○	×				
47 ドロメ					○	×	○	×
合計	29	27	24	16	27	21	16	8

凡例: ◎,多い; ○,よく見つかる; △,探せば見つかる; ×,よく探したが見つからない

表 2-2 舳倉島の調査地点で観察された海藻の生育量(西暦は調査年を示す)

	北ヅラ		白砂		名舟屋敷		漁港内	
	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017
1 ボウアオノリ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△
2 アナアオサ			△	△			○	○
3 ウスバアオノリ			○	△				
4 ミル						○		
5 フサイワズタ		○			○	◎		
6 ネバリモ	◎	◎	◎	○	△	○		○
7 フクロノリ	○	○				△	△	△
8 カゴメノリ	○	○	○	○	△	◎		
9 カヤモノリ	○	○	◎	△	△	×	○	×
10 モズク	○	○	○	○	○	×		
11 イシモズク	○	△			△	×		
12 ハバノリ	◎	○			△	×	○	×
13 フトモズク		△						
14 アミジグサ					○	◎		
15 フクリンアミジ					△	△		○
16 ヘラヤハズ		○				○		
17 ナガマツモ					△	×		
18 コモングサ						△		
19 ウミトラノオ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
20 ジョロモク		○	○	○	○	○	△	○
21 マメタワラ	○	○	○	△	○	△	△	×
22 ヨレモク		△	○	◎	△	△	△	○
23 フシスジモク		○	○	○	○	○	△	×
24 ヤツマタモク	○	○	○	△	○	△		
25 イソモク	○	○		△		△		
26 ナラサモ		◎						
27 アカモク	○	○			○	○		
28 ヤナギモク		△			△	△	△	×
29 トゲモク		△				△		
30 ウミウチワ	○	○			△	△		
31 ツルモ							○	×
32 ワカメ	○	○				△		
33 ツルアラメ	○	○						
34 フクロフノリ	◎	○	○	△	◎	○		
35 ウミゾウメン	◎	◎		△	△	△		
36 ツノマタ	○	○		△	○	○	○	○
37 マクサ	○	○		△	○	○		△
38 オキツノリ		△	○	△	○	×		
39 スギノリ		◎			△	○		
40 フダラク	○	○						
41 ミツデソゾ	△	△						
42 ヒラムカデ		△		△				
43 クロソゾ		△						
44 カイノリ					○	×		
45 カタソゾ					△	×		
46 マツノリ					△	×		
47 コメノリ					△	×		
48 ピリヒバ	◎	◎			△	△	△	△
49 ヒライボ					○	◎		
合計	23	36	15	20	32	29	14	11

凡例:◎,多い;○,よく見つかる;△,探せば見つかる;×,よく探したが見つからない

総括

今回の調査、並びに坂井ら(2010)が報告している舳倉島の主に潮間帯で観察された動物と海藻の種類数を表 3 にまとめた。坂井ら(2010)は動物 45 種、海藻 41 種を報告しているが、今回の調査では動物 35 種、海藻 43 種が観察された。両者を比べると、今回の方が、動物が 10 種少ない。この理由は、坂井ら(2010)は潮間帯の生物相を把握するため、魚類やエビ・カニ類等の移動性の強い動物も採集し、リストに加えている(表 2-1)。しかしながら、今回のモニタリング調査では、移動性の強い動物は観察の対象として重きを置いていない。このことが種数の違いとして現れているようである。このことを除けば、両者の違いはほとんどないと考えられる。

調査地点では北ゾラが生息種の多様性が最も高く、名舟屋敷と白砂が続き、漁港内がもっとも低くなる。そして、能登半島の岩礁海岸で行われたモニタリング調査と比べると(のと海洋, 2016;2017)、舳倉島のほうが生息種の多様性がやや高いことが明らかである。

特徴的な種は、群生するウメボシイソギンチャク、波当たりの強い開放部に固着するクロフジツボとカメノテなどがあげられる。一方、ウミナナとホソウミナナという淡水の影響を受ける場所を好む種類が生息しないのも特徴と言える。

ヨメガカサガイの殻長組成(図 6)は北ゾラを除けば変化はなく、前回(坂井ら, 2010)とよく似た組成を示した。

北ゾラは前回、中・大型個体が主体に観察されていたが、今回は小・中型個体も良く観察された。坂井ら(2010)は、波浪の影響で開放部の観察が難しく、小型個体の観察が不十分であったことを記している。今回は好天に恵まれ、ヨメガカサガイの本来の殻長組成の調査ができた結果であると考えられる。

今後も舳倉島を岩礁海岸のモニタリング調査地点に加え、本県における岩礁海岸の動植物の生息状況と海岸の改変状況について、調査を継続して行きたいと考えている。

文献

- 鮎野義夫, 1993. 石川県地質誌. 321 pp., 金沢市.
- のと海洋ふれあいセンター, 2016. のと海洋ふれあいセンター年次報告, II-石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告(21):36-44.
- のと海洋ふれあいセンター, 2017. のと海洋ふれあいセンター年次報告, II-石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告(22):28-36.
- 坂井恵一・又多政博・佐野 修 2010. 舳倉島と七つ島大島の潮間帯で観察された海岸動物と海藻. のと海洋ふれあいセンター研究報告(15):19-28

表 3 舳倉島の主に潮間帯で観察された動物と海藻(西暦は調査年を示す)

区分	舳倉島全体		北ゾラ		白砂		名舟屋敷		漁港内	
	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017
動物	刺胞動物	3	3	3	2	2	2	2	1	1
	軟体動物	24	22	19	19	11	10	16	13	7
	節足動物	12	9	6	6	7	3	7	6	0
	その他	6	1	1	0	4	1	2	0	0
	合計	45	35	29	27	24	16	27	21	8
海藻	緑藻	3	4	1	1	3	3	1	2	2
	褐藻	24	27	15	24	10	11	19	20	6
	紅藻	14	12	7	11	2	6	12	7	3
	合計	41	43	23	36	15	20	32	29	11

III-九十九湾周辺における気象と水質

1 気象観測

2016 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までの 1 年間、毎週月曜日と年末年始の休館日を除く毎日午前 9 時に、気象観測として天候、気温、最高・最低気温、降水量、風向、風力、波浪、うねり、潮位の 10 項目を観測した。また、磯の観察路に定点を定め(図 1)、海水の水温と塩分量、pH を測定した。塩分量は赤沼式比重計を用いて比重(σ_{15})を求めて換算し、pH は堀場製作所製カスターニー ACT pH メーター D-21 を用いた。これらの観測結果のうち、気温と降水量、水温、塩分量、pH の 5 項目については、2016 年の月別平均値、ならびに 1995 年から 2015 年の 21 年間に観測した月別平均値の平均値を平年値として、表 1 と図 2-6 に示す。また、磯の観察路で赤潮が観察された日数と荒天のために磯の観察路を通行止めにした月別日数も示す(表 1)。

2016 年の月別平均気温は、平年値と比べて 1 月は変わらず、2 月から 9 月まで 0.3-1.9℃高く推移し、10 月に 0.3℃、11 月は 0.6℃低かったものの、12 月は 0.3℃高く、一年を通じて気温は高めであった(表 1、図 2)。1 月から 3 月までに最低気温が氷点下まで下がった日は 16 日間観測され、1 月 26 日と 3 月 1 日に氷点下 2.6℃を記録したが、最高気温が 0℃未満の真冬日は 1 日なかった。



図 1 気象観測と水質調査の観測定点
☆、百葉箱設置点;○、磯の観察路の水質観測点;●、水質調査定点;枠内は内浦海域公園地区

その後、春は平年よりも早く訪れたように感じられた。ウグイスの初鳴きは 2 月 13 日、春一番は 2 月 14 日に観測され、九十九湾園地のソメイヨシノは 4 月 5 日に開花、満開は 12 日であった。17 日に前線を伴った低気圧が日本海を北上し、暴風が吹いた。磯の観察路のヤドカリコースに、対岸の小木港で陸上保管されていた小型船がこの暴風と波浪により飛ばされ、漂着した。

5 月は 3 日から南寄りの暴風が吹き、4 日に最高気温 22.4℃を記録した。その後も気温の高い状態が続き、最高気温が 25℃を超える日はなかったが、月平均気温は平年値より 1.3℃高かった。6 月は 5 月同様、晴れて穏やかな日が続いたため、月平均気温は平年値より 1.3℃高く、雨量も平年より若干少なかった。

梅雨入りは 6 月 13 日ごろで、例年よりも 1 日遅かった。降水日数は若干少なく、梅雨明けは 7 月 19 日ごろで、平年より 5 日早かった。梅雨の期間に 50 mm 以上の降水量が観測された日は 1 日もなかった。6 月に最高気温が 25℃を超える夏日を記録した日は 17 日以降となり、それまでは涼しく感じられる気候であった。

梅雨明け後 3 週間は、おおむね安定した夏らしい日が続いたが、7 月 25 日から 27 日にかけて気圧の谷の通過により雨が降り、26 日 9 時から 27 日 9 時までの 24 時間に 42.0 mm の降水を観測した。

8 月は主に 3 個の台風の影響による降水以外は安定した天候であった。台風 7 号で 15-16 日に、台風 9 号で 22-23 日に、台風 10 号で 29-30 日に降水を観測した。

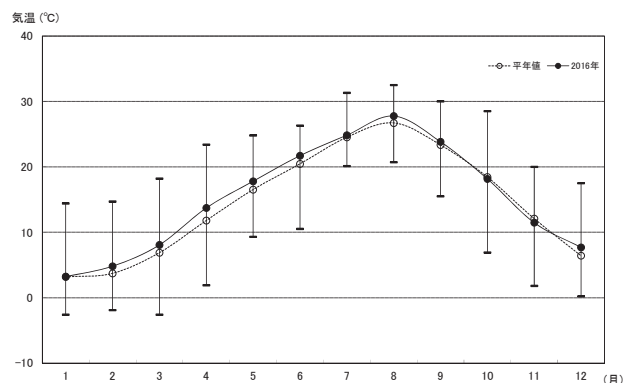


図 2 2016 年の月別平均気温
●、2016 年(実線は月別の最高気温と最低気温の範囲を示す);○、1995-2015 年の月別平均値

表 1 2016 年に観測された月別の気温と降水量、磯の観察路における水温と水質、赤潮観察日数、および通行止めの日数と各々の平年値

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温	最高気温の最高値	14.4	14.7	18.2	23.4	24.8	26.3	31.3	32.5	30.0	28.5	20.0	17.5
	最低気温の最低値	-2.6	-1.9	-2.6	1.9	9.3	10.5	20.1	20.7	15.5	6.9	1.8	0.2
	平均気温	3.2	4.8	8.1	13.7	17.8	21.7	24.8	27.8	23.8	18.2	11.5	7.7
	平均気温の平年値	3.2	3.7	6.9	11.8	16.5	20.5	24.5	26.7	23.4	18.4	12.1	6.4
降水量	総降水量	227.7	121.6	57.0	138.3	71.9	125.7	179.8	83.0	260.3	63.4	98.3	203.2
	総降水量の平年値	202.5	125.4	136.8	113.2	116.5	165.7	232.6	156.3	199.1	144.4	166.1	195.9
	1mm 以上降水日数	21.0	20.0	9.0	9.0	8.0	8.0	10.0	7.0	14.0	8.0	17.0	20.0
	1mm 以上降水日数の平年値	19.5	15.8	14.7	10.9	8.9	8.7	10.9	8.3	10.3	10.0	14.9	19.0
磯の水温	最高水温	13.8	12.2	12.3	14.3	21.3	23.3	27.5	29.5	26.6	24.2	19.1	16.2
	最低水温	10.0	7.8	8.0	11.6	13.5	18.6	22.2	25.6	22.2	18.7	15.4	12.7
	水温平均	11.8	10.2	10.3	13.0	16.6	21.3	24.7	28.0	24.7	21.2	17.2	14.5
	平均水温の平年値	11.2	9.5	9.7	12.1	16.2	20.5	24.2	27.1	25.0	21.1	17.5	14.1
磯の水質	塩分量(%)の平均値	3.409	3.424	3.418	3.430	3.436	3.476	3.433	3.353	3.275	3.302	3.388	3.387
	塩分量(%)の平年値	3.371	3.378	3.393	3.363	3.373	3.397	3.351	3.330	3.301	3.333	3.333	3.336
	pHの平均値	8.29	8.32	8.29	8.30	8.16	8.05	8.10	8.07	8.10	8.21	8.22	8.20
	pHの平年値	8.28	8.34	8.34	8.31	8.13	8.02	8.14	8.16	8.17	8.23	8.23	8.22
赤潮	観察日数	0	0	0	0	17	2	9	0	0	0	0	0
	観察日数の平年値	0	0	0.5	1.6	5.2	4.0	3.6	0.4	0	0	0	0
磯の観察路	通行止日数	6	3	0	1	4	2	2	3	6	6	2	4
	通行止日数の平年値	1.3	0.9	1.3	0.5	0.8	0.9	1.0	1.4	2.2	2.0	2.7	2.4

(注意) 各平年値は 1995 年 1 月から 2015 年 12 月までの月毎の平均値、観測は午前 9 時に行った

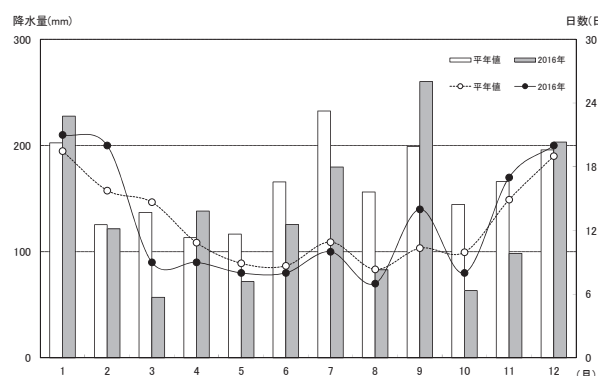


図 3 2016 年の月別の総降水量と 1 mm 以上の降水日数。総降水量(左目盛り): , 2016 年; , 1995-2015 年の平均値; 降水日数(右目盛り): ●, 2016 年; ○, 1995-2015 年の平均値

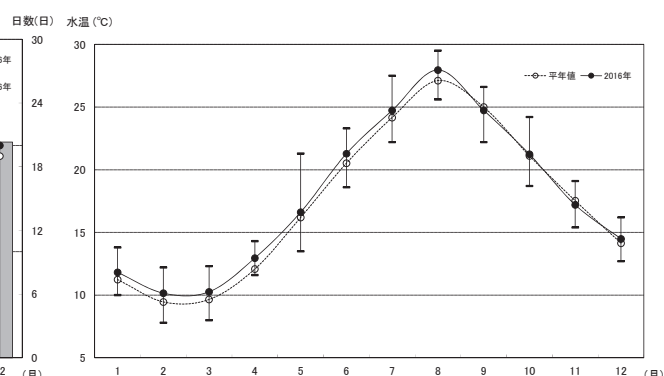


図 4 2016 年の磯の観察路における月別平均水温 ●, 2016 年(実線は月別の 9 時における最高と最低水温の範囲を示す); ○, 1995-2015 年の月別平均値

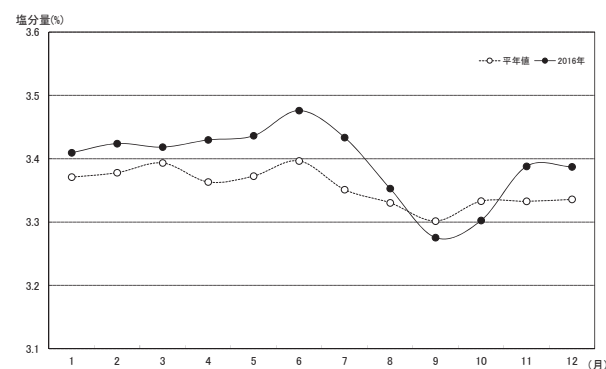


図 5 2016 年の磯の観察路における月別平均塩分量 ●, 2016 年; ○, 1995-2015 年の月別平均値

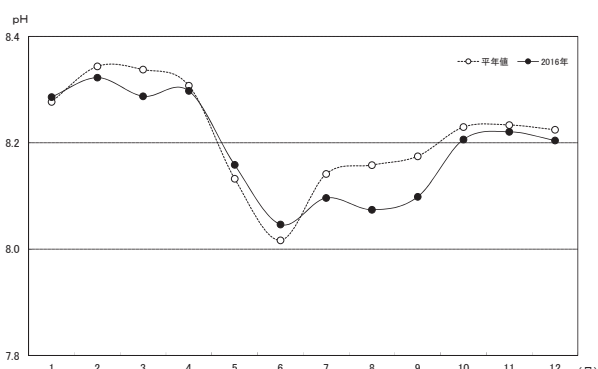


図 6 2016 年の磯の観察路における月別平均 pH 値 ●, 2016 年; ○, 1995-2015 年の月別平均値

この年の最高気温は8月22日に32.5℃を記録した。最高気温が30℃を超える真夏日は17日間、最低気温が25℃を超えた熱帯夜は6日間であった。

9月は周期的に通過する低気圧や台風の影響で降水量は例年より多かったものの、気温は若干高く推移した。台風16号の上陸の影響で、9月17日から21日まで降水を観測し、21日には41.7mmを記録した。

10月は5日に日本海を通過した台風18号の影響で暴風が吹き、その後9日に37.1mmの降水を観測した。その後10月下旬にかけて低気圧と高気圧が交互に通過し、天気は短い周期で変わった。気温は平年より若干低く、降水量は平年の半分以下だった。

11月も曇りや雨の日が多く、低気圧と高気圧が交互に通過し、天気は短い周期で変わった。降水量は平年の6割に満たなかった。

12月は冬型の気圧配置の影響もあり、曇りや雨の日が多かった。10日は低気圧が日本海を通過した影響で30.5mmの降水を観測した。今季の降雪は早く、15日に確認された。

月別総降水量は、平年値と比べると9月に多く、1月と4月が若干多かったが、他は少なかった。特に、8月と11月は6割に満たず、3月と10月も平年値の半分以下であった。その他2月、12月は平年並みであった。1mm以上の降水日数は3月が6日間、4月から8月が1~2日間程少なかった。(図3)。また、1日の降水量が50mmを超えた日は一日もなかった。

磯の平均水温は平年と比べると1月から8月にかけて0.4-0.9℃高く推移し、9月から12月はほぼ平年並みであった。日射量は9月がこれまでの最低を記録し、10月は最大を記録したものの(図7)、水温は1.2℃低くなった。台風と秋雨前線の活動の影響による気温の低下が磯の水温に影響したと考えられる。

2016年の夏は、磯の水温が28℃を超えたのは8月の18日間であった(図4)。年間の最低水温は2月4日に7.8℃、最高水温は8月8日に29.5℃が観測され、年較差は21.7℃であった。

月別の平均塩分量は、平年値と比べると年間通じて高い傾向を示した。特に5月から8月に高いが、これは降水量が少なかったためであろう。一方、9月に降水量が多かったため、9月、10月は平均値を下回った(図5)。

月別の平均pHは通年にわたって平年値より低く推移していたが、1月と5、6月は若干であるが高かった(図6)。例年、5月と6月は好天に恵まれ、波浪とうねりの弱い日が続いたため、ホンダワラ類の枯死・流失によって海水のpHの低下が起こり、その海水が海岸付近に停滞することが頻繁に観察されている。2016年は、このようなpHの低い海水の停滞が比較的少なかったためと推察される。また、7月から9月にかけて平年より低く推移したが、その要因は不明である。

九十九湾周辺で4月以降に見られる赤潮は、夜光虫の異常増殖によるものである。2016年、磯の観察路周辺では4月は0回、5月に17回、6月に2回、7月に9回と計28回発生した。例年大規模な赤潮が接岸すると、ホンベラの幼魚やヤドカリ類などの斃死が観察されるが、この年は小規模な赤潮の接岸にとどまり、磯の動物の目だった斃死は観察されなかった。

なお、7月25日から27日にかけての低気圧通過後、夜光虫による赤潮はみられなくなった。一方、2月中旬から下旬にかけて九十九湾内でアカシオウズムシの大量発生が観察された(図8)。

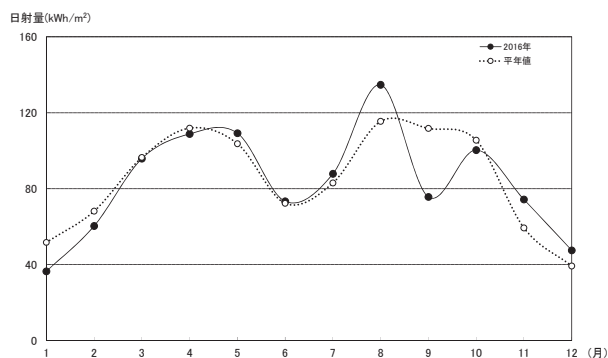


図7 2016年(●)と平年値(○, 2011から2015年の平均値)の月別日射量(kWh/m²)

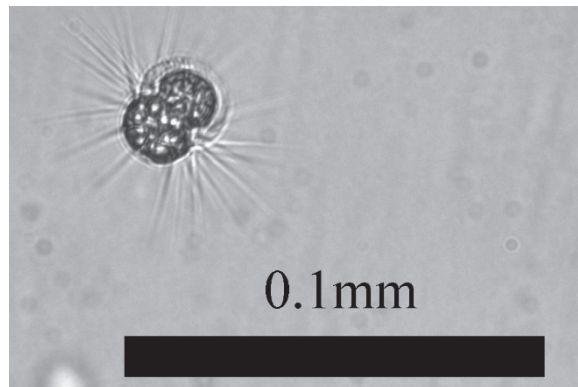


図8 九十九湾で採集されたアカシオウズムシ

磯の観察路の通行止め日数は 1 月と 9 月、10 月に 6 日間と多かった。年間では計 39 日間となり、1997 年の 49 日間に次いで多かった。

2011 年 2 月からの各月の日射量と発電量を表 2 に示し、2016 年の各月の日射量と 2011 年から 2015 年の各月の平均値(平年値)との比較を図 7 に示す。

2011 年から 2015 年の日射量は良く似た推移を示し、8 月に最大となり、3 月から 5 月、そして 9 月と 10 月がこれに次いで多かったが、2016 年は 8 月が最大となり、4 月と 5 月、10 月がこれに続き、9 月が極端に少なかった。9 月は秋雨前線の影響が現れたものと判断できる。

2 九十九湾の水質

内浦海域公園九十九湾地区(以下、海域公園地区とする)と九十九湾内に 13 の定点を定め(図 1)、2016 年の毎月中旬に 1 回、水温、塩分量、pH、および透明度の観測を行った。調査方法は前年までと同様である。

各定点で観測された水温、塩分量、pH を表 3 と表 4、透明度を表 5 に示す。また、2016 年の海域公園地区(St. 1)における表層水温と塩分量、pH の月別変化を、同定点における過去 21 年間(1995 年から 2015 年)の月別平均値を平年値として比較した(図 9-11)。

水温は 6 月が平年値より 2.1 °C 高く、逆に 11 月は 0.7 °C 低かった。これ以外の月はほぼ平年値に近い値

で推移し(図 8)、磯の観察路における平均水温の推移と概ね一致していた。また、塩分量も磯の観察路における推移とよく類似していた(図 9)。

一方、pH は平年値より高い値を示した月は 4 月と 5 月だけで、そのほかの月はいずれも平年値を下回った。特に、3 月の降下が顕著であった。また、月による変動も大きかったが、これら理由は明らかではない(図 10)。今後も注意深く観察と観測を継続する必要があると考えている。

透明度は九十九湾中央(St. 4)で 8 月に 22 m、2 月と 4 月、11 月は 15 m を越えた。一方、3 月、6 月、9 月は 9.0-9.5 m と透明度は悪かったが、その他の月はいずれも 12.0-14.5m の範囲にあり、ほぼ良好な透明度を示した。

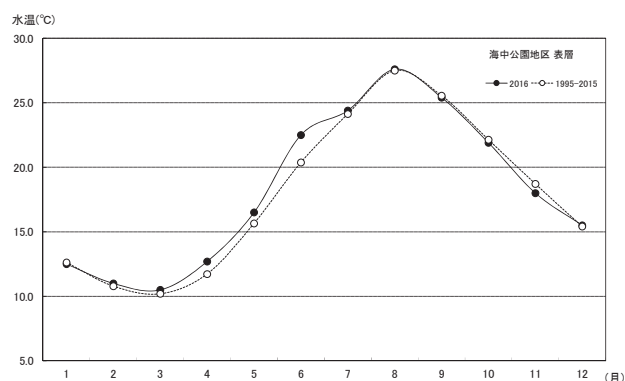


図 9 海域公園地区(St. 1)における表層の水温
●, 2016 年; ○, 1995-2015 年の平年値(月別平均値)

表 2 2011 年から 2016 年の日射量(kWh/m²)と発電量(交流発電電力量, kWh)

	2011 (H23) 年		2012 (H24) 年		2013 (H25) 年		2014 (H26) 年		2015 (H27) 年		2016 (H28) 年	
	日射量	発電量	日射量	発電量	日射量	発電量	日射量	発電量	日射量	発電量	日射量	発電量
1 月		-	46.5	391.7	54.2	469.9	57	526.3	48.9	451.5	36.4	340.4
2 月	91.6	797.4	64.8	562.5	65.6	572.3	56.9	538.1	61.7	559.1	60.3	577.1
3 月	103.2	982.2	82.7	856.6	101.8	984.2	96.6	900.6	97.8	966.5	95.8	975.7
4 月	109.9	1,122.2	111.6	1,161.2	101.2	1,108.4	134.4	1,345.3	102.3	1,030.0	108.8	1,121.4
5 月	91.5	1,181.3	98.2	1,269.0	107.5	1,374.1	102.8	1,291.8	118.3	1,439.8	109.2	1,322.0
6 月	65.9	1,059.2	76.6	1,269.7	75.6	1,275.2	77.2	1,187.8	65.8	1,047.3	73.3	1,166.6
7 月	86.5	1,185.0	85.3	1,104.2	74.4	988.2	81.8	1,101.4	86.9	1,095.5	87.8	1,071.1
8 月	115.8	1,156.1	146.4	1,365.9	121.3	1,158.0	86.8	902.3	107	1,086.5	134.7	1,224.4
9 月	101.7	906.1	124.6	1,063.3	110.7	976.2	124.5	1,099.5	97.1	861.6	75.6	723.0
10 月	104.6	928.4	103.2	914.4	86.8	749.7	112.6	928.1	120.4	984.8	100.3	823.0
11 月	70.6	655.7	57.4	539.7	56.2	508.2	59.7	557.3	52.7	482.9	74.3	617.3
12 月	38.9	374.4	43	398.1	30.6	313.1	33.2	313.8	50.6	485.5	47.5	444.3
合計	980.1	10,348.0	1,040.2	10,896.0	986.0	10,478.0	1,023.4	10,692.0	1,009.5	10,491.0	1,004.0	10,406.0

表 3 2016 年に観測された海域公園地区と九十九湾内における表層の水温(℃)と塩分量(%)、pH

区分	観測日	定点													平均値
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
水温	1月14日	12.5	11.5	11.4	11.2	11.5	11.9	11.2	10.9	11.6	11.6	12.1	12.5	12.5	11.7
	2月17日	11.0	8.6	9.6	9.3	9.4	11.1	9.0	9.5	9.7	9.7	8.9	8.5	9.2	9.5
	3月15日	10.5	10.5	10.4	10.3	10.4	10.5	10.4	10.6	10.0	10.0	10.5	10.6	10.7	10.4
	4月13日	12.7	12.4	12.7	12.6	12.9	12.9	12.9	12.7	12.9	13.7	13.3	13.3	13.4	13.0
	5月13日	16.5	16.5	16.4	16.5	17.3	16.9	17.8	16.4	17.3	17.3	17.1	18.3	18.6	17.1
	6月15日	22.5	22.4	22.6	22.7	22.8	23.1	22.4	22.9	22.6	22.7	23.1	23.0	23.5	22.8
	7月16日	24.4	22.1	24.5	24.9	25.0	25.0	25.1	25.1	24.8	24.9	25.0	24.7	25.0	24.7
	8月15日	27.6	27.8	27.8	27.9	28.0	27.9	27.9	28.0	28.0	28.0	28.2	28.0	28.2	27.9
	9月13日	25.4	25.6	25.8	25.5	25.6	25.3	25.6	25.1	25.5	25.7	26.3	25.5	23.9	25.4
	10月13日	21.9	21.4	21.5	21.6	21.6	21.7	21.0	21.6	21.4	21.7	21.6	22.0	21.9	21.6
	11月16日	18.0	18.0	17.7	17.8	17.4	17.6	17.4	17.6	17.4	17.4	17.3	17.3	17.1	17.5
	12月14日	15.5	14.4	15.0	13.5	14.3	13.9	13.9	13.4	14.0	14.2	14.2	14.0	15.0	14.3
塩分量	1月14日	3.375	3.338	3.267	3.302	3.295	3.320	3.220	3.037	3.361	3.267	3.192	3.348	3.246	3.274
	2月17日	3.405	3.133	3.237	3.185	3.172	3.242	3.198	3.146	3.155	3.193	3.102	2.753	3.082	3.154
	3月15日	3.316	3.374	3.384	3.371	3.342	3.356	3.304	3.352	3.330	3.371	3.291	3.378	3.371	3.349
	4月13日	3.407	3.364	3.366	3.325	3.351	3.364	3.338	3.351	3.351	3.325	3.286	3.351	3.351	3.348
	5月13日	3.411	3.335	3.355	3.361	3.359	3.410	3.434	3.390	3.246	3.284	3.420	3.338	3.144	3.345
	6月15日	3.420	3.369	3.392	3.366	3.395	3.366	3.392	3.384	3.395	3.359	3.384	3.412	3.315	3.381
	7月16日	3.412	3.384	3.359	3.399	3.322	3.411	3.330	3.344	3.250	2.921	3.315	3.064	3.203	3.286
	8月15日	3.360	3.329	3.340	3.370	3.333	3.333	3.333	3.333	3.340	3.333	3.319	3.360	3.333	3.340
	9月13日	3.286	3.256	3.073	3.120	2.877	2.945	2.687	2.355	3.224	3.088	2.355	3.171	2.488	2.917
	10月13日	3.228	3.137	3.320	3.193	3.193	3.230	3.167	3.170	3.210	3.210	3.193	3.249	3.176	3.206
	11月16日	3.307	3.327	3.353	3.330	3.334	3.366	3.353	3.330	3.310	3.327	3.267	3.337	3.334	3.329
	12月14日	3.371	3.294	3.361	3.230	3.233	3.201	3.210	3.050	3.284	3.228	3.149	3.192	3.279	3.237
pH	1月14日	8.23	8.24	8.24	8.23	8.23	8.21	8.24	8.25	8.22	8.21	8.23	8.22	8.24	8.23
	2月17日	8.16	8.26	8.28	8.26	8.22	8.19	8.17	8.18	8.25	8.17	8.25	8.11	8.03	8.19
	3月15日	8.00	8.02	7.99	8.02	8.04	8.05	8.03	7.99	8.07	8.03	8.02	7.95	8.01	8.02
	4月13日	8.22	8.22	8.23	8.24	8.22	8.22	8.22	8.22	8.25	8.26	8.24	8.24	8.24	8.23
	5月13日	8.09	8.08	8.11	8.10	8.07	8.06	8.16	8.08	8.11	8.06	8.08	8.09	8.11	8.09
	6月15日	8.17	8.16	8.16	8.16	8.15	8.18	8.17	8.16	8.15	8.17	8.18	8.16	8.16	8.16
	7月16日	8.06	8.18	8.06	8.07	8.05	8.05	8.06	8.01	8.05	7.93	8.07	8.01	8.06	8.05
	8月15日	8.11	8.01	8.11	8.11	8.11	8.12	8.11	8.12	8.12	8.11	8.01	8.11	8.01	8.09
	9月13日	8.14	8.13	8.16	8.13	8.13	8.01	8.16	8.15	8.12	8.15	8.11	8.11	8.18	8.13
	10月13日	8.07	8.14	8.12	8.13	8.14	8.12	8.15	8.13	8.12	8.11	8.14	8.11	8.13	8.12
	11月16日	8.19	8.19	8.17	8.18	8.18	8.18	8.16	8.18	8.19	8.18	8.17	8.19	8.18	8.18
	12月14日	8.13	8.17	8.17	8.19	8.19	8.19	8.18	8.21	8.18	8.18	8.19	8.19	8.19	8.18

表 4 2016 年に観測された海域公園地区と九十九湾内における 5m、10m、および 20m 層の水温(℃)と塩分量(%)、pH

区分	観測日	5m 層							10m 層							20m 層						
		定点							定点							定点						
		1	2	3	4	5	6	平均値	1	2	3	4	5	6	平均値	4	5	6	平均値			
水温	1月14日	12.5	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4	12.4	12.4	12.3	12.5	12.4	12.4	12.5	12.5	12.5	12.6	12.5			
	2月17日	10.8	10.6	11.2	10.8	11.3	11.1	11.0	10.8	11.0	11.1	11.3	11.2	11.4	11.1	11.4	11.0	11.4	11.3			
	3月15日	10.5	10.5	10.3	10.3	10.3	10.6	10.4	10.7	10.5	10.4	10.5	10.4	10.7	10.5	10.7	10.6	10.5	10.6			
	4月13日	12.5	12.4	12.5	12.6	12.5	12.5	12.5	12.4	12.4	12.4	12.6	12.7	12.4	12.5	12.5	12.5	12.4	12.5			
	5月13日	15.9	15.9	16.0	16.2	16.2	16.5	16.1	15.8	15.9	16.1	16.0	16.1	16.1	16.0	15.5	15.7	15.9	15.7			
	6月15日	22.1	22.1	22.2	22.0	22.1	22.8	22.2	21.0	21.4	21.4	21.5	21.3	21.5	21.4	19.3	19.1	18.9	19.1			
	7月16日	24.4	24.5	24.4	24.9	24.4	24.8	24.6	24.5	24.5	24.3	24.8	24.4	24.5	24.5	24.3	24.3	24.3	24.3			
	8月15日	27.7	27.7	27.6	27.8	27.9	27.8	27.8	27.7	27.7	27.7	27.7	27.8	27.7	27.7	27.5	27.5	27.4	27.5			
	9月13日	25.6	25.3	25.4	25.3	25.3	25.4	25.4	25.5	25.4	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.4	25.5	25.5			
	10月13日	22.0	21.8	21.9	21.7	21.8	21.7	21.8	22.0	21.9	22.2	22.0	22.0	21.8	22.0	21.9	22.0	21.9	21.9			
	11月16日	17.8	17.5	17.6	17.4	17.2	17.2	17.5	17.7	17.4	17.6	17.4	17.0	17.4	17.4	17.4	17.0	17.2	17.2			
	12月14日	15.0	15.0	15.1	15.0	14.9	14.9	15.0	15.2	15.0	15.3	15.0	14.9	14.9	15.1	14.9	14.9	14.9	14.9			
塩分量	1月14日	3.320	3.360	3.385	3.295	3.360	3.300	3.337	3.267	3.360	3.371	3.375	3.320	3.360	3.342	3.371	3.346	3.369	3.362			
	2月17日	3.356	3.453	3.381	3.398	3.430	3.371	3.398	3.367	3.392	3.392	3.408	3.431	3.392	3.397	3.392	3.375	3.384	3.384			
	3月15日	3.342	3.319	3.384	3.352	3.369	3.333	3.350	3.394	3.384	3.374	3.384	3.425	3.369	3.388	3.371	3.387	3.253	3.337			
	4月13日	3.376	3.429	3.376	3.416	3.403	3.325	3.388	3.431	3.429	3.376	3.429	3.379	3.366	3.402	3.364	3.403	3.444	3.404			
	5月13日	3.384	3.387	3.394	3.411	3.387	3.414	3.396	3.457	3.464	3.437	3.411	3.411	3.398	3.430	3.355	3.434	3.410	3.400			
	6月15日	3.426	3.384	3.410	3.452	3.399	3.392	3.411	3.412	3.448	3.445	3.501	3.445	3.392	3.441	3.437	3.491	3.437	3.455			
	7月16日	3.403	3.436	3.399	3.345	3.399	3.384	3.394	3.383	3.370	3.411	3.411	3.399	3.436	3.402	3.406	3.414	3.359	3.393			
	8月15日	3.353	3.351	3.385	3.360	3.333	3.345	3.355	3.375	3.367	3.351	3.370	3.340	3.329	3.355	3.340	3.340	3.374	3.351			
	9月13日	3.290	3.286	3.279	3.295	3.405	3.281	3.306	3.259	3.281	3.286	3.286	3.286	3.311	3.285	3.348	3.259	3.385	3.331			
	10月13日	3.224	3.217	3.189	3.230	3.255	3.189	3.217	3.274	3.267	3.240	3.131	3.142	3.267	3.220	3.299	3.307	3.320	3.309			
	11月16日	3.330	3.337	3.337	3.356	3.353	3.356	3.345	3.381	3.314	3.307	3.344	3.346	3.281	3.329	3.310	3.356	3.337	3.334			
	12月14日	3.359	3.374	3.325	3.345	3.366	3.384	3.359	3.371	3.384	3.398	3.387	3.369	3.371	3.380	3.387	3.359	3.319	3.355			
pH	1月14日	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23	8.24	8.23	8.22	8.22	8.24	8.24	8.22	8.23	8.23	8.23	8.22	8.23	8.23			
	2月17日	8.19	8.13	8.16	8.17	8.15	8.21	8.17	8.27	8.26	8.26	8.15	8.18	8.23	8.23	8.24	8.15	8.21	8.20			
	3月15日	7.99	7.98	8.00	7.98	8.01	8.02	8.00	7.98	7.98	7.97	7.97	7.97	8.00	7.98	7.97	7.94	8.02	7.98			
	4月13日	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23	8.22	8.23	8.22	8.24	8.23	8.23	8.22	8.23	8.23	8.22	8.21	8.20	8.21			
	5月13日	8.09	8.08	8.08	8.09	8.09	8.08	8.09	8.09	8.12	8.09	8.08	8.09	8.08	8.09	8.08	8.08	8.08	8.08			
	6月15日	8.15	8.18	8.17	8.13	8.16	8.17	8.16	8.17	8.15	8.17	8.12	8.17	8.17	8.16	8.17	8.15	8.16	8.16			
	7月16日	8.06	8.05	8.06	8.07	8.07	8.06	8.06	8.06	8.04	8.06	8.05	8.08	8.05	8.06	8.06	7.99	8.06	8.04			
	8月15日	8.09	8.11	8.01	8.12	8.12	8.11	8.09	8.08	8.11	8.01	8.12	8.12	8.11	8.09	8.11	8.11	8.11	8.11			
	9月13日	8.12	8.12	8.01	8.06	8.11	8.12	8.09	8.13	8.08	8.11	8.13	8.01	8.06	8.09	8.06	8.11	8.07	8.08			
	10月13日	8.01	8.12	8.14	8.11	8.15	8.15	8.11	8.12	8.14	8.01	8.13	8.14	8.15	8.12	8.13	8.11	8.13	8.12			
	11月16日	8.18	8.19	8.19	8.18	8.18	8.18	8.18	8.18	8.18	8.18	8.22	8.19	8.19	8.19	8.18	8.18	8.18	8.18			
	12月14日	8.17	8.10	8.17	8.15	8.18	8.11	8.15	8.15	8.16	8.12	8.19	8.18	8.14	8.16	8.19	8.16	8.17	8.17			

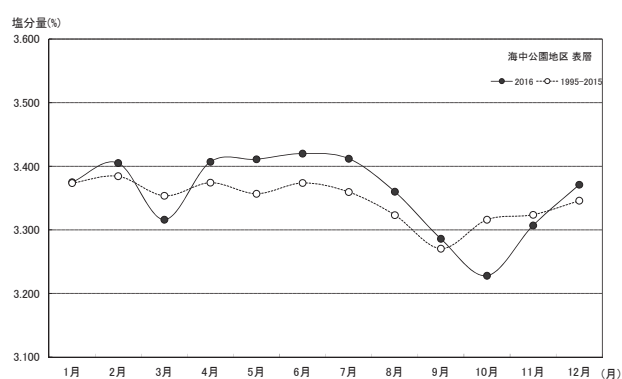


図 10 海域公園地区(St. 1)における表層の塩分量
●, 2016 年; ○, 1995-2015 年の月別平均値

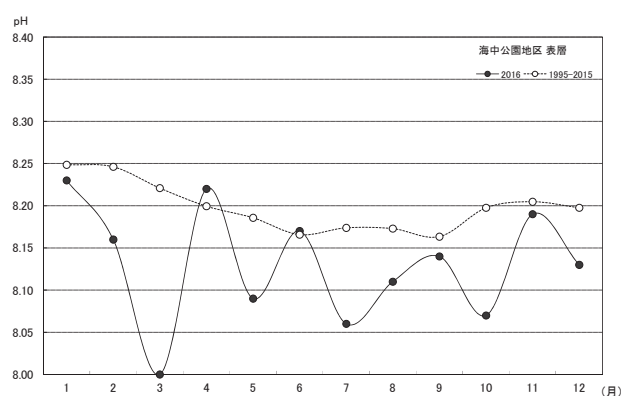


図 11 海域公園地区(St. 1)における表層の pH 値
●, 2016 年; ○, 1995-2015 年の月別平均値

表 5 2016 年に観測された海域公園地区と九十九湾内における透明度(m)

観測日	定点					
	1	2	3	4	5	6
1 月 14 日	>12.6	>12.0	>11.2	12.0	15.0	17.0
2 月 17 日	>12.7	>11.9	>11.3	19.0	13.5	19.5
3 月 15 日	>12.1	9.5	10.0	9.5	10.0	10.5
4 月 13 日	>12.3	>10.6	>13.1	15.5	17.0	17.0
5 月 13 日	>12.2	>10.7	>12.4	14.5	13.5	13.0
6 月 15 日	9.0	9.5	9.5	9.0	8.5	8.5
7 月 16 日	>11.2	>10.9	>12.5	13.5	12.0	10.5
8 月 15 日	>12.2	>11.2	>11.7	22.0	20.0	19.5
9 月 13 日	>11.6	10.0	8.5	9.5	9.0	9.5
10 月 13 日	>11.9	>10.9	>11.7	13.5	11.5	13.0
11 月 16 日	>12.5	>11.8	>10.9	15.0	12.5	13.5
12 月 14 日	>12.2	>12.2	>10.9	14.0	12.5	21.2

「のと海洋ふれあいセンター研究報告」投稿規定

1 内容に関すること

日本海域および能登半島周辺の海の自然環境と動植物、そこに暮らす人の生活に関するオリジナルな内容を含む総説・論文・短報・研究情報・標本目録および文献目録等とする。総説・論文・標本目録および文献目録は刷り上がり 10 ページ以内、その他は 2 ページ以内とする。

2 原稿作成に関すること

和文、英文ともにワードプロセッサ(Windows 対応ソフト、または互換ソフト)で作成したものに限る。

- (1)和文原稿は、引用、固有名詞など特殊な場合を除き、新仮名づかい、当用漢字とする。A-4 版用紙に 1 行全角 35 文字(欧文文字は半角 70 文字)、1 ページ 25 行(約 2 ページで刷り上がり約 1 ページに相当)とする。原稿は、表題、著者名、所属、英文要旨(付けなくてもよい)、本文、文献、図表説明の順に配置する。第 1 頁は、表題、著者名、所属、英文表題、英著者名だけを記す。第 2 頁は英文要旨だけとし、本文は第 3 頁(英文要旨のない場合は第 2 頁)から始める。第 1 頁から末尾の図表説明まで一連のページ番号を付す。なお、和文原稿の場合でも、句読点(。、)以外の数字と記号(例: () 「 」 ; : . , 等)は半角文字とし、その後に半角スペースを挿入すること。
- (2)英文原稿および英文要旨は、A-4 版用紙にダブルスペースでタイプする。英文原稿の構成は、和文原稿に準ずるが、本文の後に和文要旨を入れる。
- (3)英文要旨は、250 語以内とする。第 1 段目は、英文で著者名、所属、年号、表題、雑誌名を記す。第 2 段目を内容とし、改行しない。
- (4)英文原稿の和文要旨は、著者名・表題を冒頭に入れ、800 字以内とする。
- (5)英文氏名は 2 文字目以降をスモールキャピトルとし、学名はイタリック体、和名はカタカナ書きとする。本文中での文献の引用は、能登(1960)、能登・加賀(1973)、NOTO(1975)、(NOTO & KAGA, 1989;NOTO et al., 1990)、(能登ら, 1994;加賀, 1995)のようにする。なお、スモールキャピタル指定は下線 2 重線で、イタリック指定は下線 1 重線で、原稿中に記すこと。
- (6)文献は、著者名のアルファベット順に配列し、下記の形式によって記す。雑誌巻番号はゴシックとし、その指定は下線 1 波線とする。雑誌の場合は著者名(姓前名後)、年号. 表題. 雑誌名, 巻(号): ページ.、単行本の場合は著者名(姓前名後)、年号. 表題. ページ数, 発行所, 発行地。
- (7)図(写真を含む)は、1 つずつ別紙に台紙を貼るか、ファイルに挟んでおく。図は、印刷されるときの大さきの 1.5 ないし 2 倍大(長さで)に黒インクを用いて鮮明に描き、そのまま印刷できる完全なものとする。写真も同様の大きさとし、光沢平滑印画紙に焼きつけること。デジタルファイルの場合は、300 dpi 以上とする。なお、カラー写真は編集委員会が認めたとき以外は、原則として載せない。
- (8)表は、1 つずつ別紙に書く。1 表の大きさは、原則として 1 ページに印刷できる限度以下とする。1 ページを越える表については、2 つ以上に分割する。ただし、編集委員会の判断によって、折り込み表などを認める場合がある。なお、表中の罫線はできる限り省くものとする。
- (10) 図表の説明は、英文原稿の場合は Fig. 1 または Figure 2、Table 1 とする。和文原稿の場合は和文・英文いずれで

もよいが、和文では第 1 図、表 1 等とし、各図表の説明は一括して原稿の末尾に書くとともに、本文中にその図表を置きたいおよその位置の原稿右欄外に記入すること。なお、和文原稿で図表の説明が英文の場合は、本文でも Fig. 1 とか Table 1 と書く。

3 投稿等に関すること

(1)投稿原稿は、2部(コピーでもよいが、図や写真のうちの1部は原図)を下記宛に送付すること。ワードプロセッサで作成した原稿はCD等(表題と著者名およびワードプロセッサの機種またはソフト名を記入)にTXTスタイルのファイルと併せて保存し、送付すること。この時、手元に同じ内容のファイルを必ず保存しておくこと。

(2)投稿先

〒 927-0552 石川県鳳珠郡能登町越坂 3-47
のと海洋ふれあいセンター普及課 坂井恵一 気付
「のと海洋ふれあいセンター研究報告」編集事務局

(3)著者による論文等の校正は、原則として1回とする。校正は、印刷のミスについてだけ行い、本文や図表の変更はしないこと。

(4)別刷の実費は、著者負担とする。必要部数(10部単位)は、初校返送の際に表紙右上部に赤字で書くこと。

(5)原稿掲載の採否は編集委員の査読により決定する。また、図表の縮少率、印刷、校正等の最終的な判断は、原則として編集委員会に一任のこと。

(6)「のと海洋ふれあいセンター研究報告」に掲載された図表等の著作権は、のと海洋ふれあいセンターに帰属する。

のと海洋ふれあいセンター研究報告
第 23 号

平成 30（2018）年 3 月 23 日 発行

編集 のと海洋ふれあいセンター研究報告編集事務局
のと海洋ふれあいセンター

〒927-0552 石川県鳳珠郡能登町字越坂 3-47
TEL(0768) 74-1919

発行 石川県生活環境部
〒920-8580 石川県金沢市鞍月 1 丁目 1 番地
Tel (076) 225-1476

印刷所 田中昭文堂印刷株式会社
〒920-0377 金沢市打木町東 1448 番地

Report of the Noto Marine Center, No.23, 2017

Contents

Keiichi SAKAI, Masahiro MATADA, Tatsuo HASHIMOTO and Yukimasa HIGASHIDE

Notes on the Habitats of Stimpson's Ghost Crab, <i>Ocypode stimpsoni</i> , at the Sandy Beach around Ishikawa Prefecture.....	1
---	---

Kumpei KONDO, Shouzo OGISO, Koji YACHIGUCHI, Masahiro MATADA, Toshio SEKIGUCHI, Takaya MURAKAMI, Seiji YANAI, Makoto URATA, Yasuko KINOSHITA, Nobuo SUZUKI

Ecological studies of red-clawed crab <i>Chiromantes haematocheir</i> (DE HAAN) using a biotope.....	17
--	----

Yasuko KINOSHITA, Makoto URATA, Shouzo OGISO, Koji YACHIGUCHI, Masahiro MATADA, Nobuo SUZUKI

The utility of the squid <i>Todarodes pacificus</i> as a teaching material for the education of local food culture.....	25
---	----

Keiichi SAKAI and Tatsuo HASHIMOTO

Notes on the Reproduction of Japanese Shore Crab, <i>Hemigrapsus sanguineus</i> , at the Rocky Shore of Tsukumo Bay, Noto Peninsula.....	31
--	----

Yukimasa HIGASHIDE

Notes on stranded Seaweed, <i>Eisenia bicyclis</i> on the East Coast of Noto Peninsula, Sea of Japan.....	39
---	----

Annual Report of the Noto Marine Center	43
---	----